



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA  
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA - A. DALLA VERDE - M. SEMENZA - G. SOMEDA

DIREZIONE: DIRETTORE: A. BARBAGELATA - CONDIRETTORE E REDATTORE CAPO: R. SAN NICOLÒ

COMITATO DI REDAZIONE: A. M. ANGELINI - F. BAROZZI - E. GATTI - R. SARTORI - G. SILVA

AMMINISTRAZIONE: UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I. - MILANO - VIA SAN PAOLO, 10 - TEL. 794-794 e 798-897 - C/C POSTALE 3/1189

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI. - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI. - GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A.E.I. - I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO.

AI SOCI DELL'A.E.I. UN ABBONAMENTO GRATIS. - SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE: GRUPPO 3°. - PUBBLICAZIONE MENSILE

## SOMMARIO

### PARTE PRIMA

#### Articoli:

Orientamenti attuali nell'impiego dei conduttori di alluminio per linee elettriche aeree (A. PERRONE) . . . . .	Pag. 2
La produzione di elettrografite ed il suo impiego nell'ingegneria nucleare (P. M. STROCCHI) . . . . .	» 17
La tensione di ristabilimento alla apertura di un circuito (G. FAGGIANO) . . . . .	» 25
La radiotecnica nel 1959 (C. EGIDI) . . . . .	» 30

#### Rubriche varie:

Notizie e Informazioni . . . . .	» 35
La Nostra Industria . . . . .	» 43

Libri e Pubblicazioni . . . . .	Pag. 44
Dalle Riviste . . . . .	» 46

#### Notizie dell'Associazione:

Minuta di verbale dell'Assemblea Generale Ordinaria tenuta a Venezia il 30 settembre 1959 . . . . .	» 50
Notizie delle Sezioni: Sezione di Napoli . . . . .	» 52
Comitato Elettrotecnico Italiano . . . . .	» 53
Necrologi: gr. uff. Luigi Tommasi . . . . .	» 55
dr. ing. Giuseppe Germanis . . . . .	» 56
Attività delle Sezioni . . . . .	» 56

### PARTE SECONDA

Sunti e Sommari . . . . .	Pag. 10
---------------------------	---------

## Anno nuovo

Con questo numero «L'Elettrotecnica» inizia il suo 47° anno di vita e la Redazione si propone di intensificare i suoi sforzi per renderla sempre più rispondente ai desideri dei consoci e sempre più degna della sua funzione di organo della nostra AEI.

È in progetto, e sarà presto attuata, la introduzione di qualche nuova rubrica che incontrerà, speriamo, una buona accoglienza da parte dei lettori.

Segnaliamo intanto una piccola innovazione formale adottata già da questo fascicolo. È stata fatta rilevare da alcuni che può essere interessante per chi sfoglia la rivista di sapere, ad ogni pagina, di quale articolo o rubrica si tratti: ciò può anche facilitare le ricerche nei fascicoli o nei volumi arretrati.

A tale scopo si è adottata una disposizione già in uso presso importanti riviste tecniche estere. Le indicazioni del nome della rivista e del numero del fascicolo e della pagina, che si trovavano finora in testa, sono state portate a piede di pagina, mentre in testata viene indicato il nome dell'autore e il titolo dell'articolo, oppure il titolo della rubrica. La ricerca di una pagina di cui si conosca il numero andrà quindi fatta, d'ora in avanti, guardando in basso ai fogli anziché in alto.

## Assemblea generale dei Soci

In questo fascicolo del giornale i lettori troveranno la minuta di verbale dell'Assemblea generale dell'AEI che si è tenuta a Venezia in occasione della LX Riunione annuale.

## Conduttori di alluminio

L'impiego dell'alluminio per i conduttori delle linee di trasmissione di energia ha incontrato, come è ben noto, un larghissimo sviluppo e corrispondentemente la tecnica di costruzione e di impiego si è andata a sua volta sviluppando e perfezionando per rispondere alle varie esigenze e alle molteplici condizioni.

Le soluzioni che sono state adottate in Italia e all'estero sono molto numerose e diverse. Un quadro completo di questo campo della tecnica è oggi presentato da A. PERRONE nell'articolo che pubblichiamo, corredato da una accurata e per quanto possibile completa documentazione che riveste un indubbio interesse per tutti i tecnici delle linee elettriche.

## L'elettrografite

L'apparire dei reattori nucleari e il largo impiego che, nella maggior parte di essi, viene fatto della grafite hanno dato un nuovo potente impulso all'industria della produzione di tale materiale, sia come potenzialità di impianti sia come attività di ricerca e di studi. Le proprietà della grafite dipendono infatti in larga misura dai processi di lavorazione e per soddisfare alle molte, svariate esigenze che ad essa si richiedono per i diversi impieghi, devono essere usati accorgimenti che possono venire concretati e messi a punto soltanto con paziente ricerca sperimentale.

P. M. STROCCHI informa oggi i nostri lettori sulla tecnica della produzione dell'elettrografite in relazione, particolarmente, alle applicazioni nucleari.

## Fenomeni di interruzione

Nello studio e nelle prove di apparecchi di interruzione assume grande importanza la conoscenza della così detta tensione di ristabilimento del circuito al quale gli apparecchi sono destinati. Un procedimento di semplice ed economica applicazione per la determinazione di questo parametro è indicato da G. FAGGIANO nell'articolo che oggi pubblichiamo.

## Aggiornamenti

Nel corrente anno intendiamo continuare la serie degli articoli di aggiornamento sui progressi delle varie branche della nostra tecnica. Pubblichiamo oggi una nota sulla radiotecnica nel 1959, a cura di C. EGIDI che già nello scorso anno ne illustrò i progressi durante il 1958.

## Comitato Elettrotecnico Italiano

È stato messo in circolazione in questi giorni, per la consueta inchiesta pubblica, il *Progetto di Norme per le prove sui ricevitori radiofonici a modulazione di frequenza*. Più avanti pubblichiamo la relativa Nota illustrativa.

Sono poi stati pubblicati due nuovi fascicoli di Norme e precisamente i seguenti: *Richiesta e presentazione di offerta di equipaggiamenti elettrici per filobus e Prove sui radioricevitori di trasmissioni modulate in ampiezza*.

LA REDAZIONE



# ORIENTAMENTI ATTUALI NELL'IMPIEGO DEI CONDUTTORI DI ALLUMINIO PER LINEE ELETTRICHE AEREE

A. PERRONE (\*)



Conferenza tenuta presso la Sezione di Milano il 30 Gennaio 1959

*Vengono passati in rassegna i vari tipi di conduttori cordati a base di alluminio, usati per linee elettriche ad alta ed altissima tensione, nonché quelli per linee di distribuzione a media tensione, i conduttori speciali per attraversamenti ed i conduttori di connessione flessibili per stazioni.*

*Successivamente è illustrata la morsetteria relativa, secondo i più recenti orientamenti costruttivi.*

*Completano lo sguardo panoramico alcuni dati statistici sull'impiego dell'alluminio in Italia per uso elettrico e le previsioni per il futuro sviluppo.*

## 1) PREMESSA.

L'impiego dei conduttori di alluminio nelle linee elettriche aeree rimonta agli ultimi anni del secolo scorso. Per quanto ci risulta la prima linea fu costruita in Francia nel 1895 fra le officine di Plaine e di Pont-de-Chêrny mediante fili di alluminio crudo del diametro di 5 mm.

Nello stesso anno furono adottate negli Stati Uniti corde di alluminio nella rete della Bay Counties Electric Corp. e della Standard Electric Corp. in California.

La prima linea, ancora in servizio, è probabilmente quella che si trova in Scozia, nello stabilimento di elettrolisi di Foyers, vicino al ben noto Lago di Loch Ness. Detta linea, costruita nel 1898, comporta due conduttori del diametro di 9,52 mm.

I primi conduttori di alluminio d'importazione furono montati nelle linee elettriche italiane nel 1909. Successivamente, iniziata nel 1915 la produzione di alluminio nello stabilimento di Bussi, si effettuarono in Italia tentativi vari di fabbricazione di conduttori. Questi in un primo tempo furono unifilari, del diametro di 8-10 mm, e dettero luogo a frequenti rotture per scarsa riserva plastica; risultati migliori si ebbero invece usando cordine a 7 e più fili, alcune delle quali sono probabilmente ancora in opera.

Negli anni 1923-25 si importarono in Italia dagli Stati Uniti conduttori alluminio-acciaio e con essi furono montate una linea in Abruzzo, nonché altre linee minori.

In seguito al nascere della grande industria dell'alluminio, furono costruiti anche in Italia (1928-1930) conduttori di alluminio-acciaio e di lega Al-Mg-Si. Conduttori di questo tipo servirono per equipaggiare il tratto di pianura della prima grande linea italiana a 220 kV, la Cardano-Cislago della SIP, lunga 242 km.

L'alluminio come materiale conduttore andava intanto estendendosi alle linee a media e bassa tensione per trasporto e distribuzione di energia, nonché alle connessioni rigide nelle centrali e cabine, mentre si effettuavano i primi esperimenti sui conduttori isolati con anima d'alluminio. Queste applicazioni ebbero un notevole incremento negli anni immediatamente precedenti la 2ª guerra mondiale.

Alla fine della guerra, ritornato il rame sul mercato ad un prezzo non eccessivo rispetto all'alluminio, le applicazioni di questo metallo subirono una sensibile diminuzione nelle linee di distribuzione a bassa tensione con frequenti derivazioni, che richiedono particolari cure e morsetteria più costosa rispetto alle linee di rame.

In quest'ultimo decennio, nel quale sono stati ricostruiti ed ampliati gli impianti industriali italiani, hanno subito, come è noto, un ulteriore incremento tutte le applicazioni ad alta ed altissima tensione, nonché quelle comportanti cospicue sezioni conduttive.

Infatti, per l'aumento delle potenze trasportate e per la necessità di collegare centri di produzione e centri di utilizzazione fra loro assai distanti, si è passati alla costruzione di linee elettriche con conduttori a fascio e, recentemente, sono stati anche sperimentati conduttori ingrossati.

Ricordiamo, inoltre, l'impiego notevole che si è avuto in questi ultimi anni di conduttori di connessione rigidi di grande sezione, piatti, tubi, profilati per centrali, cabine e nell'interno di stabilimenti.

L'impiego di alluminio in luogo del rame nei cavi isolati a media ed alta tensione è d'altra parte piuttosto limitato, per quanto i relativi problemi tecnici siano stati soddisfacentemente risolti; dobbiamo però segnalare che attualmente sono in corso di fabbricazione cavi isolati con mantello di Al in sostituzione del piombo.

Nella presente memoria intendiamo illustrare gli orientamenti attuali che si riscontrano sia in Italia che all'estero circa l'impiego dei conduttori di alluminio.

Per quanto riguarda le caratteristiche dell'alluminio impiegato per uso elettrico, basterà rilevare che esso è del tipo ALP-E 99,5 UNI 3950, perfettamente conforme alle Norme internazionali in corso di elaborazione presso la Commissione Elettrotecnica Internazionale e che la sua qualità è in continuo miglioramento.

Lo stesso si dica per le leghe Al-Mg-Si (nomi commerciali Aldrey, F 54, Telalco, Almelec) ad alta conduttività elettrica, nella produzione delle quali l'industria italiana si è da tempo affermata.

## 2) CONDUTTORI CORDATI PER LINEE DI TRASPORTO AD ALTA ED ALTISSIMA TENSIONE.

I conduttori per linee di trasporto ad alta tensione (220 kV) più correntemente usati in Italia e all'estero sono quelli indicati in tabella I. Nella tabella II sono riportati altri tipi di conduttori impiegati per linee ad altissima tensione (superiore a 250 kV). Fra detti conduttori vogliamo segnalare quello di fabbricazione canadese, adottato per la linea a 300 kV del Kildala Pass nella Columbia Britannica.

Le caratteristiche di detto conduttore sono le seguenti:

sezione alluminio . . . . .	1705 mm <sup>2</sup>
» acciaio . . . . .	298 »
» totale . . . . .	2003 »

(\*) Dr. ing. ARRIGO PERRONE, dell'Istituto Sperimentale dei Metalli Leggeri, Milano.



TABELLA I. — Alcuni conduttori tipici di linee a 220 kV impiegati in Europa. (\*Formazioni di maggiore impiego)

Paese	N°	Tipo del conduttore	Formazione N° e $\varnothing$ fili - Materiale	Sezione totale in mm <sup>2</sup>	Diametro mm	Resistenza in $\Omega/\text{km}$ a 20 °C per condutt.	Carico di rottura ~ kg	Rapporto indicativo R/X	Rapporto $m$ ~	N O T E
Italia	1	singolo	54 x 2,76 all + 7 x 2,76 acc	323,1 all 41,9 acc	24,8	0,0906	10 000	0,2	7,72	Prime linee a 220 kV
	2	singolo	54 x 2,90 all + 7 x 2,90 acc	356,7 all 46,2 acc	26,1	0,0821	10 981	0,2	7,72	Prime linee a 220 kV
	3	singolo (*)	30 x 3,85 all + 19 x 2,30 acc	349,2 all 78,94 acc	26,9	0,0835	14 632	0,2	4,38	Detti conduttori sono stati impiegati per la quasi totalità delle linee costruite
	4	singolo (*)	30 x 4,20 all + 19 x 2,50 acc	415,6 all 93,27 acc	29,3	0,0701	17 137	0,16	4,38	Linee di nuova costruz.
	5	singolo	54 x 3,85 all + 19 x 2,30 acc	628,7 all 78,94 acc	34,6	0,0464	18 570	0,11	7,72	} Linee di recente costruzione
	6	a fascio binato	2 x (54 x 2,50 all + 7 x 2,50 acc)	2 x 265,07 all 34,36 acc	22,5	0,055	8 430	0,16	7,72	
	7	a fascio binato	2 x (30 x 2,80 all + 7 x 2,80 acc)	2 x 184,73 all 43,10 acc	19,6	0,079	7 950	0,24	4,38	
	8	a fascio binato	2 x (30 x 3,20 all + 7 x 3,20 acc)	2 x 241,27 all 56,30 acc	22,4	0,061	10 202	0,17	4,29	
Francia	9	singolo	30 x 3,70 all + 7 x 3,70 acc	323,0 all 75,3 acc	25,9	0,0901	12 500	0,2	4,29	Linee antiche
	10	singolo (*)	32 x 3,60 all + 19 x 2,40 acc	325,0 all 81,0 acc	26,4	0,088	15 500	0,2	3,78	Linee recenti
	11	singolo	(22 x 3,80 + 42 x 2,70) all + + 37 x 1,90 acc (64 x 2,50 + 50 x 2,10) all + + 37 x 1,90 acc	487,3 all 104,9 acc	31,7	0,0604	20 000 ÷ 22 000	0,18	2,82	Linee nuovissime
Germania ed Austria	12	singolo (*)	78 x 2,23 all + 19 x 2,57 acc	305,0 all 100,2 acc	26,6	0,095	15 789	0,22	3,1	Linee recenti
	13	singolo	78 x 2,36 all + 19 x 2,70 acc	341,2 all 110,6 acc	28,1	0,085	17 582	0,2	3,1	Linee recenti
	14	a fascio binato	2 x (26 x 3,40 all + 7 x 2,70 acc)	2 x 236,0 all 40,0 acc	21,7	0,0615	7 938	0,18	5,9	Linee recentissime
	15	a fascio binato	2 x (36 x 2,90 all + 12 x 2,90 acc)	2 x 237,6 all 79,2 acc	23,7	0,0605	12 200	0,18	3,0	Linee recentissime
	16	a fascio binato	2 x (30 x 3,00 all + 7 x 3,00 acc) o 2 x (30 x 3,30 all + 7 x 3,30 acc)	2 x 212,1 + 49,5 2 x 256,6 + 59,9	21,0 23,1	0,0685 0,0555	8 991 10 000	0,2 0,17	4,3	Linee in costruzione
Svezia	17	singolo (*)	54 x 3,52 all + 7 x 3,52 acc	525,0 all 68,0 acc	31,68	0,056	16 620	0,13	7,72	Linee più antiche
	18	a fascio binato (*)	2 x (26 x 3,78 all + 7 x 2,89 acc)	2 x 282,5 all 45,9 acc	23,55	0,061	10 085	0,18	6,14	Linee recenti
Svizzera	19	singolo	61 x 2,90 (Aldrey) 91 x 2,77 ( " ) 91 x 3,00 ( " )	402,9 548,4 643,2	26,1 30,5 33,0	0,081 0,060 0,051	12 085 15 630 18 330	0,13		Linee a 220 kV trasformabili a maggior tens. con cambio condutt.
Sud Africa	20	a fascio binato	2 x (54 x 3,00 all + 7 x 3,00 acc)	381,7 all 49,48 acc	27,0	0,0773	12 500	0,12	7,72	

2. Anche formazione 61 x 2,90, di sezione, mm<sup>2</sup> 402,9, in Aldrey. — 19. Sono date solo le formazioni per conduttori in Aldrey per segnalare il notevole impiego di tale conduttore anche per grandi tensioni ed altissime tensioni.

N.B. — Sono date solo alcune formazioni tipiche. I valori del rapporto R/X sono solo indicativi di massima. Il valore m indica il rapporto sezione alluminio a sezione acciaio.

TABELLA II. — Alcuni conduttori impiegati in linee ad altissima tensione (superiore ai 250 kV) di recente costruzione.

Nazione	Tens. nominale kV	Tipo conduttore	Materiale conduttore	F O R M A Z I O N E	Diametro mm	Sezione in mm <sup>2</sup>		N O T E
						all	acc	
Stati Uniti	300	singolo massiccio	all/acc	54 x 3,90 all + 19 x 2,34 acc	35,10	644,5	81,7	Bonneville P. A. 1950 American Gas & Electric Co. Ohio Valley El. Co.
	315/330	singolo ingrossato	"	1,6" expanded (50 x 3,94 + 4 x 3,40) all + (19 x 2,22) acc	40,6	646,1	73,5	
	345	singolo ingrossato	"	1,75" expanded (58 x 3,81 + 4 x 4,20) all + (19 x 2,48) acc	44,45	716,5	91,7	Bonneville P.A.
	330/345 315/330	a fascio binato (1) singolo normale (mantello all 4 strati)	"	2 x (26 x 4,44 all + 7 x 3,45 acc) 84 x 3,70 all + 19 x 2,20 acc	28,11 40,62	2 x 402,8 903,2	2 x 52,3 73,1	
Canada	300/330 300/330	singolo massiccio singolo massiccio (mantello all 4 strati)	all/acc	84 x 3,70 all + 19 x 2,20 acc 108 x 4,48 all + 37 x 2,20 acc	40,62 58,2	903,2 1 705	73,2 298	Alta quota
	345	a fascio binato	"	2 x (54 x 3,08 all + 7 x 3,08 acc)	27,72	2 x 402,8	2 x 52,3	
Svezia	380	singolo	all/acc	54 x 4,26 all + 19 x 2,62 acc	39,26	805,7	102,1	} In opera } Previsti
		a fascio binato	"	2 x (54 x 3,52 all + 7 x 3,52 acc)	31,68	2 x 523,7	2 x 67,9	
		a fascio di 4	"	4 x (26 x 3,72 all + 7 x 2,89 acc)	23,55	4 x 282	4 x 45,9	
		a fascio di 3	"	3 x (54 x 3,52 all + 7 x 3,52 acc)	31,68	3 x 523,7	3 x 67,9	
		a fascio binato	"	2 x (54 x 4,02 all + 7 x 4,02 acc)	36,18	2 x 648,8	2 x 87,6	
Finlandia	380	a fascio di 2	all/acc	2 x (54 x 3,65 all + 19 x 2,19 acc)	32,85	2 x 564,0	2 x 71,5	
Russia	380/400	a fascio di 3	all/acc	3 x (54 x 3,37 all + 19 x 2,00 acc)	30,2	3 x 481,7	3 x 59,7	
Inghilterra	275	a fascio binato	all/acc	2 x (30 x 2,80 all + 7 x 2,80 acc) 54 x 3,18 all + 7 x 3,18 acc	19,6 28,62	2 x 184,7 2 x 427,7	2 x 43,1 2 x 55,4	Prevista utilizzazione per tensione superiore
Germania (2)	380	a fascio di 3 o di 4	all/acc	(*) 4 x (30 x 3,90 all + 7 x 3,90 acc) 4 x (30 x 3,30 all + 7 x 3,30 acc)	21,0 23,1	4 x 212,1 4 x 256,6	3 ÷ 4 x 49,5 3 ÷ 4 x 59,9	Le formazioni con (*) sono quelle adottate per linee in costruzione, altre formazioni sono allo studio. Le tre prime formazioni possono anche essere impiegate in fascio di tre
		"	"	(*) 4 x (26 x 3,40 all + 7 x 2,70 acc)	21,7	4 x 236,0	3 ÷ 4 x 40,1	
		binati	"	2 x (30 x 4,50 all + 10 x 2,70 acc)	31,5	2 x 477,1	2 x 108,8	
		binati	"	(*) 2 x (78 x 2,70 all + 19 x 3,10 acc)	32,0	2 x 447,0	2 x 147,1	
			"					
Francia	380	singolo massiccio (mantello all 4 strati)	all/acc	(66 x 3,22 + 48 x 2,96) all + (37 x 2,50) acc	42,0	856,6	181,6	
		a fascio di 2	"	2 x (32 x 3,60 all + 19 x 2,40 acc)	26,4	2 x 325,0	2 x 86,0	
		a fascio di 2	"	2 x (22 x 3,80 all + 37 x 1,90 acc)	31,7	2 x 490	2 x 105,0	
		a fascio di 2	"	2 x (64 x 2,50 + 50 x 2,10 all + 37 x 1,90 acc)	32,1	2 x 487,0	2 x 105,0	
Sud America	380	a fascio di 2	all/acc	2 x (54 x 3,52 all + 7 x 3,52 acc) 2 x (54 x 3,65 all + 19 x 2,19 acc)	31,68 32,85	2 x 523,7 2 x 564,0	2 x 67,9 2 x 71,5	In costruzione
			"					
Giappone	275	singolo	all/acc	54 x 3,80 all + 7 x 3,80 acc	34,2	612,4	79,4	In costruzione

(1) Anche 2 x (54 x 3,65 + 19 x 2,19).

(2) Le vecchie linee, ora in servizio a 300 kV, hanno in parte conduttori settoriali di rame, di 410 mm<sup>2</sup>, diametro 42 mm.



formazione . . . . . 108 × 4,50 alluminio  
 37 × 3,21 acciaio  
 diametro . . . . . 58,3 mm  
 carico di rottura . . . 61 400 kg/mm<sup>2</sup>.

I conduttori riportati nelle tabelle sono per la maggior parte di formazione tradizionale, con un rapporto  $m$  fra sezione alluminio e sezione acciaio che varia mediamente da 3 a 8.

Attualmente in America stanno trovando un notevole impiego conduttori alluminio-acciaio in cui tale rapporto  $m$  è stato portato a 10÷15, come per i conduttori:

tipo 50 + 7: ad esempio 7 × 2,41 acciaio + 12 × 2,41 alluminio + (16 + 22) × 2,83 alluminio  
 $m = 10,18$ ;

tipo 45 + 7: ad esempio 7 × 2,33 acciaio + (9 + 15 × 21) × 3,50 alluminio;  
 $m = 14,5$ ;

tipo 84 + 19: ad esempio 19 × 2,50 acciaio + 84 × 4,20 alluminio  
 $m = 12,3$ .

La formazione 45 + 7 è ormai divenuta di normale impiego, per sezioni d'alluminio superiori a 400 mm<sup>2</sup>, in alternativa alle formazioni consuete 54 + 7, 30 + 7 o 26 + 7.

La tendenza, comunque, a ridurre la sezione di acciaio si riscontra in tutti i Paesi contemporaneamente all'aumento del carico di rottura richiesto dall'acciaio (150 ÷ 160 kg/mm<sup>2</sup> in luogo di 120 ÷ 130 kg/mm<sup>2</sup>).

Recenti linee americane a 220 kV sono state montate anche con conduttori di alluminio senza anima di acciaio, della sezione di 400 e 750 mm<sup>2</sup>, come le linee:

— S. Francisco Bay-Panoche Substation (St. Joaquin Valley) lunga 125 miglia).

— Morro Bay-Gates Substation lunga 70 miglia.

Le campate delle linee anzidette variano da 100 a 140 m ed il fattore di sicurezza adottato per il tiro massimo è 3 rispetto il carico di rottura. In genere l'impiego dei conduttori omogenei di alluminio negli USA è limitato alle linee a 110 a 70 kV e tensioni minori, nelle zone favorevoli dove non vi è pericolo di sovraccarichi di ghiaccio oppure di venti notevoli.

Da parte di taluni tecnici si preconizza l'impiego dei conduttori omogenei di alluminio per le grandi linee da costruire nelle zone a clima temperato, con lievi venti, del Medio Oriente, della bassa India, dell'Africa, dell'America Centrale.

Per il controllo dello scorrimento sotto carico persistente e del conseguente allungamento delle frecce si considera generalmente che il vento di 70 km/ora (pressione 79 kg/m<sup>2</sup>) possa durare al massimo un periodo di 30 giorni durante l'esercizio della linea.

Appositi diagrammi sperimentali, di cui diamo in fig. 1 un esempio, relativi a ciascun tipo di conduttore, permettono, come è noto, di rilevare gli allungamenti subiti dal conduttore sollecitato per lunghi periodi da determinati sforzi.

In base a tali diagrammi si deduce, ad esempio, che dopo 10 anni l'allungamento permanente di un conduttore omogeneo di alluminio sottoposto al carico di ogni giorno (every day stress) raggiunge al massimo l'1%, cioè il doppio dell'allungamento che subirebbe un conduttore alluminio-acciaio ( $m = 6 \div 7$ ) sottoposto alle stesse condizioni.

Dopo 10 anni si considera che l'allungamento subito dal conduttore è valso a ridurre la tensione, per cui si ha una stabilizzazione. Nel progetto della linea converrà, inoltre, tenere conto della maggiore inclinazione subita sotto la spinta del vento dai conduttori di alluminio rispetto quelli alluminio-acciaio.

Eseguendo un confronto economico fra il costo di linee a 130÷220 kV in zona a lievi sovraccarichi, con tracciati a lunghi rettili, risultano differenze del 3÷10% in più o meno secondo che si tratti di conduttori di piccolo ov-

vero di grande sezione di alluminio, rispetto conduttori alluminio-acciaio.

Il vantaggio dell'una o dell'altra soluzione, ammettendo uguale sicurezza meccanica (eventualmente riducendo le campate) risulta evidentemente in relazione al servizio che si può prospettare sulla linea, in considerazione delle minori perdite che si hanno usando conduttori in cui la sezione centrale di acciaio è sostituita da una pari sezione di alluminio.

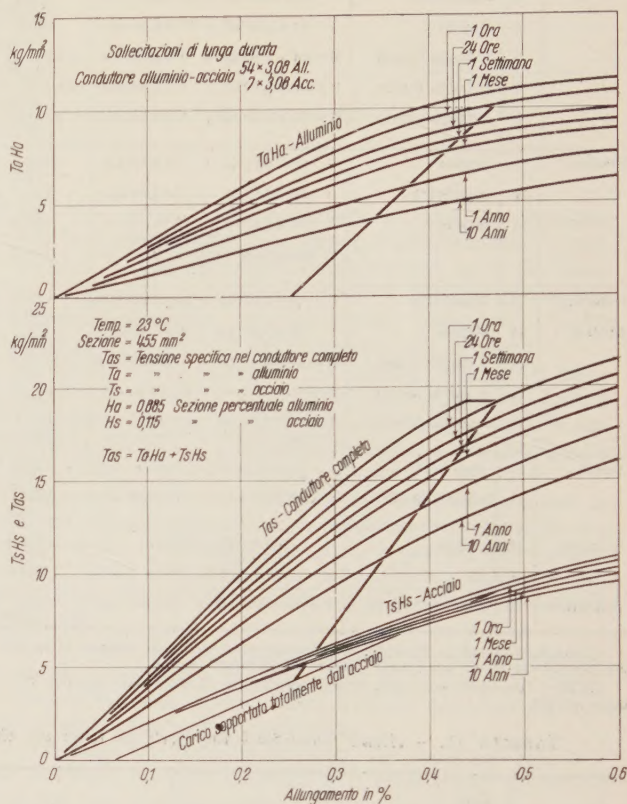


Fig. 1. — Curve sollecitazioni di lunga durata - allungamenti per corde alluminio-acciaio.

Altro tipo di conduttore senza anima di acciaio, usato per le grandi linee, è costituito dalle note corde di Aldrey che in Svizzera, ad esempio, sono state adottate nelle formazioni: 61 × 3,14, 61 × 3,40 e 61 × 3,54 aventi rispettivamente le sezioni di 473, 554 e 600 mm<sup>2</sup>. Nel caso di campate molto lunghe ovvero con forti dislivelli, detti conduttori sono stati rinforzati con un'anima di acciaio a 7 fili.

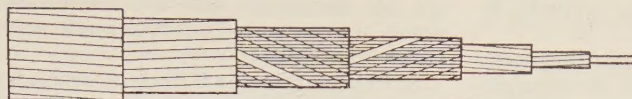
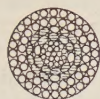
La necessità di ridurre le perdite per effetto corona, nonché i disturbi alle radiorecezioni, ha portato, come è noto, ad aumentare artificialmente il diametro dei conduttori destinati a linee ad altissima tensione. Abbandonati ormai i conduttori cavi, negli Stati Uniti sono stati adottati abbastanza estesamente i conduttori tipo Alcoa (tab. III) costituiti da un trefolo d'anima di acciaio, rivestito di due corone di spaghi di carta impregnata, aventi intercalato qualche filo di alluminio, con una doppia corona esterna di fili di alluminio.

Tale tipo di conduttore, che può avere un diametro esterno da 40,6 a 44,5 mm, è stato montato per qualche migliaio di chilometri su linee a doppia terna alle tensioni di 300, 330 e 365 kV.

È da notare che mentre le prove eseguite a Tidd su questo tipo di conduttore del diametro di 40,6 mm avevano confermato che si poteva essere tranquilli circa eventuali perdite per effluvio, in pratica tali perdite si verificarono. Ciò si deve attribuire al sistema adottato per la tesatura, con portalini che tenevano sollevato il



TABELLA III. — Conduttori di alluminio-acciaio ingrossati secondo brevetto Alcoa.



TIPO DIAMETRO ESTERNO	DIAMETRO mm			FORMAZIONE			SEZIONE mm <sup>2</sup>			Resi- stenza elettrica Ω/km a 50°	Carico rottura  kg	Peso  kg/m	CAPACITÀ DI CORRENTE IN AMPERE (vento 2,2 km/h)	
Numero e diametro in mm dei fili di alluminio e di acciaio	esterno	sul riem- pitivo	sull'ani- ma di acciaio	mantello  num. e diam. fili alluminio	riempitivo  N° spaghi di carta	anima acciaio n° e ø fili	acciaio	totale allu- minio	rame equi- valente				nuovo	invecch.
1,6" 40,6 mm formazione: all 50 × 3,94 + 4 × 3,46 acc 19 × 2,22	40,6	24,98	11,1	strato interno 22 × 3,94 strato esterno 28 × 3,94	strato interno 8 sp. + 2 f. all 3,46 mm strato esterno 12 sp. + 2 f. all 3,46 mm	19 × 2,22	73,55	646,06	406,38	0,0497	19 057	2,79	1 380	1 785
1,72" 43,7 mm formazione: all 58 × 3,744 + 4 × 4,08 acc 19 × 2,48	43,7	28,71	12,41	strato interno 26 × 3,744 strato esterno 32 × 3,744	strato interno 8 sp. + 2 f. all 4,08 mm strato esterno 12 sp. + 2 f. all 4,08 mm	19 × 2,48	91,78	690,65	434,76	0,0452	22 423	3,05	1 530	2 090
1,75" 44,45 mm formazione: all 58 × 3,81 + 4 × 4,20 acc 19 × 2,48	44,45	29,21	12,41	strato interno 26 × 3,81 strato esterno 32 × 3,81	strato interno 8 sp. + 2 f. all 4,20 mm strato esterno 12 sp. + 2 f. all 4,20 mm	19 × 2,48	91,78	716,48	450,47	0,04412	22 695	3,13	1 560	2 110

sp. = spaghi f. = fili

conduttore dal suolo e lo rigavano durante il passaggio; inoltre l'attrito sui portalini tendeva a determinare fiaschi, che unitamente alle asperità causavano le perdite per effluvio.

Vi è anche da rilevare che gli oli che impregnavano gli spaghi di carta risultarono eccessivi e colavano, dando luogo a formazioni di gocce e frange che aumentavano le perdite.

Si può notare che eguale fenomeno è stato riscontrato sui conduttori della linea dello Stelvio in seguito ad ingrossatura eccessiva dei conduttori, fatta allo scopo di ritardare la formazione dei manicotti di ghiaccio.

Per eliminare le asperità del conduttore americano si dovette ripassarlo con un attrezzo costituito da quattro cilindri, ma per le successive linee americane con conduttore ingrossato si provvide nel modo seguente:

a) tesatura meccanica con passaggio del conduttore all'uscita della bobina, attraverso un attrezzo lisciatore a rulli;

b) riduzione della quantità di olio d'impregnazione degli spaghi di carta;

c) aumento del diametro del conduttore da 40,6 a 44,5 mm (tensione 330 kV).

Fra i conduttori ingrossati vogliamo pure ricordare un tipo recentemente messo a punto dall'Alluminio S.p.A. (fig. 2).

Detto conduttore, che ha il diametro di 44,8 mm, è costituito da un'anima di acciaio di 19 fili del diametro di 2,70 mm, da 66 fili di politene (Fertene) del diametro di 3,13 mm ciascuno in tre strati (16 + 22 + 28) e da 74 fili di alluminio in 2 strati (34 + 40) del diametro di 3,13 mm.

Il peso totale del conduttore risulta di 1,54 kg/m.

Altre caratteristiche sono:

Carico di rottura . . . . . 23 700 kg  
Modulo di elasticità iniziale . . 5 000 kg/mm<sup>2</sup>  
Modulo di elasticità finale . . 6 000 kg/mm<sup>2</sup>  
Coefficiente di dilataz. term. . . 19,2 × 10<sup>-6</sup>  
Resistenza elettrica a 20 °C . . 0,056 ohm/km.

Sul conduttore sono state condotte prove meccaniche secondo lo schema seguente:

a) rilievo delle caratteristiche di trazione ed esecu-

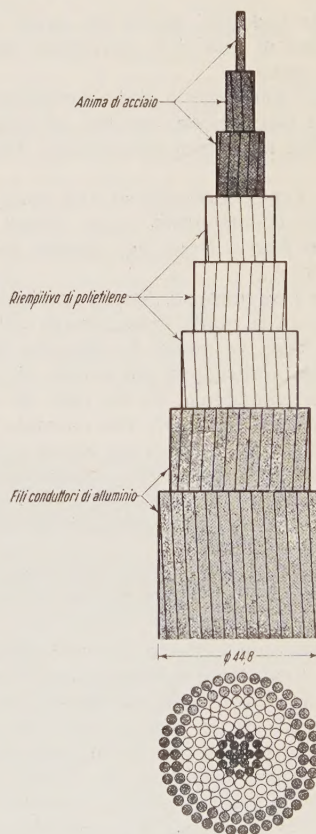


Fig. 2. — Conduttore di alluminio-acciaio con riempitivo di politene (Fertene) brevettato dall'Alluminio S.p.A.



zione di diagrammi elastici su spezzoni di conduttore vergine;

b) rilievo delle medesime caratteristiche su spezzoni di conduttore nei quali era stata fatta circolare precedentemente a scopo di riscaldamento una corrente di intensità prefissata;

c) determinazione della sovratemperatura raggiunta dal conduttore a vari regimi di circolazione di corrente.

Da tali rilievi sono emerse le caratteristiche indicate più oltre, circa le quali notiamo come il valore del modulo elastico riscontrato sperimentalmente sia di 6000 kg/mm<sup>2</sup>.

Dal punto di vista termico notiamo che, secondo il calcolo, considerando una temperatura ambiente  $T_a$  e una temperatura del conduttore  $T$  in aria calma (vento 2 km/h) il conduttore dilatato descritto sarebbe capace delle portate seguenti:

$$\begin{aligned} T_a &= 40^\circ\text{C}, & T &= 70^\circ\text{C}, & I &= 990\text{ A} \\ T_a &= 40^\circ\text{C}, & T &= 80^\circ\text{C}, & I &= 1140\text{ A} \\ T_a &= 20^\circ\text{C}, & T &= 70^\circ\text{C}, & I &= 1260\text{ A} \end{aligned}$$

corrispondenti complessivamente alle seguenti potenze per terna a 380 kV: 650 MVA, 755 MVA, 830 MVA.

Come si vede questi valori sono talmente elevati da far ritenere che il conduttore in questione abbia un margine di sovraccaricabilità largamente sufficiente nella pratica.

I risultati sperimentali hanno confermato i dati tecnici seppure con approssimazione per difetto, pienamente giustificata dal fatto che le prove si svolgevano in ambiente chiuso e senza ventilazione.

Rispetto ad una temperatura ambiente di 20°C si sono avute in sede sperimentale le seguenti sovratemperature massime:

$$\begin{aligned} \text{per una corrente di } 800\text{ A} &= 31^\circ\text{C} \\ \text{per una corrente di } 1000\text{ A} &= 47^\circ\text{C} \\ \text{per una corrente di } 1200\text{ A} &= 70^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Ciascuna delle suddette prove ha avuto una durata di 4 ore; alla fine di esse si è riscontrato che il fertene era in perfetto stato.

Lo spezzone in questione è stato successivamente sottoposto a prove meccaniche, nonché ad una prova termo-meccanica che riteniamo interessante descrivere brevemente.

Il conduttore venne montato su una macchina di trazione orizzontale e sottoposto a un carico che veniva variato da 1000 fino a 6000 kg, mentre circolava una corrente di 1000 A.

Al conduttore così montato fu poi applicato nel mezzo una forza verticale la quale determinava nel conduttore una cuspidine di 145°, in modo da portarlo in condizioni molto simili, anzi addirittura più severe di quelle che si verificano in corrispondenza di un palo di sospensione; contemporaneamente circolava una corrente di 1000 A, mentre lo sforzo assiale era di 6000 kg ed il tiro verticale di 2000 kg. Successivamente il conduttore fu portato a rottura raggiungendo un carico di 23800 kg perfettamente identico a quello ottenuto in precedenza su conduttore vergine.

Esaminati i fili di Fertene non si riscontrò alcuna traccia di ammaccature nemmeno sullo strato a stretto contatto con l'anima di acciaio.

Per quanto riguarda l'effetto corona: dalle prove eseguite su questo conduttore speciale dilatato del diametro di 44,8 mm, confrontato con un sistema di conduttori binati del diametro di 29,3 mm, posti alla distanza di 400 mm, si è avuta una conferma delle previsioni di calcolo. Alla tensione applicata di 250 kV verso terra (430 kV di linea) si è manifestato l'inizio dell'effluvio in entrambi i casi. Il fenomeno si è esaltato alla tensione di 280 kV, ed a quella di 300 kV un alone luminoso avvolgeva i conduttori, apparentemente in misura maggiore sul sistema di conduttori binati. In effetti il con-

dotore dilatato si è comportato come un sistema di conduttori binati del diametro di 29,3 mm, distanziati fra loro di circa 40 cm.

Sul Fertene è stata condotta una serie di prove, sia sui fili elementari che sul conduttore completo, allo scopo di accertarne la stabilità alle sollecitazioni meccaniche e termiche.

Si è constatato che il Fertene brucia solamente quando è a libero contatto con l'aria, mentre il mantello di Al è sufficiente a smorzare la fiamma e ad impedire la propagazione della combustione all'interno del conduttore.

Si è constatato inoltre che il Fertene può essere tranquillamente impiegato in un vasto campo di temperature, come hanno dimostrato esperimenti a  $-30^\circ\text{C}$  e a  $+95^\circ\text{C}$  condotti con esito soddisfacente.

Ottimo si è pure dimostrato il comportamento meccanico del Fertene dopo esame dei fili ricavati da spezzoni di conduttore portato a rottura e anche dopo prove di schiacciamento del conduttore fra piani paralleli, nonché di avvolgimento su una carrucola, mentre veniva contemporaneamente applicato uno sforzo assiale. Tali prove meccaniche furono eseguite in ambiente termostatico, sia a bassa che ad alta temperatura.

Un altro tipo di conduttore è stato studiato in Italia dalla Soc. Pirelli ed è costituito da un nucleo centrale di Biplasto (politene) del diametro di 21 mm, sostenuto da un filo di acciaio assiale del diametro di 2 mm.

Su detto nucleo centrale sono disposte tre corone di fili di Aldrey ( $28 \times 2,6\text{ mm} + 29 \times 3,2\text{ mm} + 30 \times 3,8\text{ mm}$ ). Il diametro complessivo del conduttore risulta di 41,1 mm ed il suo carico di rottura effettivo 23600 kg.

La sezione totale conduttiva è di 726 mm<sup>2</sup>, che determina una resistenza elettrica a 20°C di 0,045 ohm/km.

### 3) CONDUTTORI PER ATTRAVERSAMENTI.

Non era ancora nata in Italia la grande industria dell'alluminio, ed anche in Europa si era alle prime applicazioni dei conduttori di questo metallo, quando per grandi campate di attraversamento di fiumi si iniziò in Italia l'impiego dei conduttori alluminio-acciaio, di cui si riconoscevano le superiori caratteristiche rispetto ai conduttori di bronzo, di acciaio o misti di questi metalli.

Rileviamo che sin dal 1921 furono eseguiti vari attraversamenti del Po, tutti per linee a 130 kV con campate di 880÷890 m (a Piacenza ed a Casei Gerola), poi di 965 m (Viadana) e subito dopo nel 1927 nel Polesine con una campata di 1060 m, trascurando altri attraversamenti con minore campata ed a tensione più bassa.

I conduttori usati per questi primi attraversamenti consistevano di un mantello di fili di alluminio posti su di un'anima di 7, 19 o 37 fili di acciaio zincato, aventi un carico di rottura fino a 180 kg/mm<sup>2</sup>. Di norma nel calcolo di questi conduttori si considerava l'anima di acciaio come portante e l'alluminio come peso aggiuntivo.

Mercè un conduttore di questo tipo, dotato di un carico di rottura di 25000 kg, fu anche eseguita una campata di attraversamento di 1337 m per una linea a 130 kV della Soc. Pugliese di Elettricità.

Con l'incremento delle intensità di corrente trasportate, per gli attraversamenti del fiume Po e per le varie grandi campate si adottarono in seguito conduttori con anima di acciaio e doppio mantello di alluminio, con un rapporto in genere fra sezione alluminio e sezione acciaio inferiore a 2; ed in questi casi si tenne conto, nel calcolo, della collaborazione del mantello di alluminio alla resistenza meccanica del conduttore.

Nella tabella IV diamo la formazione di alcuni conduttori recentemente usati per importanti attraversamenti aventi un carico di rottura di 25000÷35000 kg: fra i quali notiamo l'impiego di conduttori Aldrey-acciaio, che permettono di sfruttare al massimo la resistenza dell'acciaio, avendo l'Aldrey un allungamento alla rottura prossimo a quello dell'acciaio.

Fra i recenti attraversamenti si deve ricordare, per la

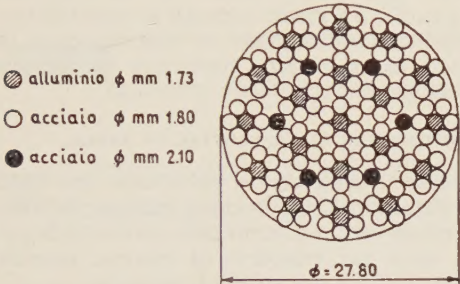


sua importanza (3 653 m), quello dello Stretto di Messina, previsto per due terne a 220 kV, per il quale si dovettero risolvere vari problemi fra cui:

TABELLA IV. — Conduttori per attraversamenti più frequentemente usati in Italia.

Materiale	Sezioni in mm²
a) Alluminio-acciaio N° dei fili e ø mm	
41 × 3,55 all. + 48 × 2,50 acc.	416 all. + 182 acc. = 598 tot.
42 × 3,50 all. + 37 × 2,50 acc.	404 all. + 182 acc. = 586 tot.
42 × 2,55 all. + 37 × 2,08 acc.	268 all. + 120 acc. = 388 tot.
b) Aldrey-acciaio	
42 × 3,00 Aldrey + 37 × 2,14 acc.	297 Aldrey; 133 acc.; 430 tot.

1) avere una freccia limitata, data la necessità di una grande altezza libera (70 m) sullo specchio marino, richiesta dal passaggio delle navi; uno dei sostegni è pertanto risultato alto 207 m;



Caratteristiche:

Diametro . . . . .	mm	27,8
Sezione dell'acciaio . . . . .	mm²	311
Sezione dell'alluminio . . . . .	mm²	44,7
Peso del conduttore . . . . .	kg/m	2,8
Coeff. di dilataz. lineare . . . . .	10 <sup>-6</sup> /1° C	12
Carico di rottura addizionale . . . . .	ton	60,9
Carico di rottura effettivo . . . . .	ton	56,4
Coefficiente di cordatura . . . . .		0,93
Lunghezza sospesa di rottura . . . . .	km	21,8
Lunghezza sospesa di lavoro . . . . .	km	8,4

Fig. 3. — Conduttore per l'attraversamento dello stretto di Messina.

2) proteggere il conduttore dalla corrosione causata dai venti di fortissima intensità (oltre 150 km/ora) carichi di sale e ciò si è ottenuto impregnando il conduttore con Shell Grease S 1846 avente punto di goccia a 150 °C.

Per il trasporto di 150 MW per terna si cercò in un primo tempo di usare una corda di solo acciaio ad alta resistenza, ma, data la temperatura esterna prevista, ne sarebbe derivato un eccessivo riscaldamento e l'abbandono dal conduttore di parte del grasso liquefatto.

Il problema fu risolto con l'aggiunta di fili di alluminio e cioè formando il conduttore con (1 + 6 + 12) trefoli a 7 fili, di cui il filo interno era di alluminio ricotto, mentre i fili periferici erano di acciaio zincato ad altissima resistenza.

Con l'aggiunta di altri 8 fili di acciaio si formò così un conduttore compatto e relativamente flessibile, provvisto di interstizi atti a contenere la necessaria riserva di grasso, di conveniente conducibilità elettrica e dotato di sufficiente carico di rottura.

La composizione definitiva di detto conduttore risulta dalla fig. 3. È da notare che la sollecitazione nel conduttore viene mantenuta costante mediante opportuni contrappesi.

Un altro conduttore da attraversamento da segnalare è quello usato per il fiume Severn in Inghilterra. La formazione di detto conduttore è 78 × 2,87 mm alluminio + 91 × 2,87 mm acciaio; il diametro è di 43,05 mm; il suo carico di rottura è di 103 000 kg.

4) CONDUTTORI PER LINEE DI DISTRIBUZIONE A MEDIA TENSIONE.

Le applicazioni dei conduttori a base di alluminio, compresi i conduttori di leghe tipo Aldrey, sono state notevoli nelle linee di distribuzione a media tensione (3÷15 kV) soprattutto nelle zone extraurbane, dove le derivazioni sono poco frequenti e dove non capita spesso di dovere effettuare nuove derivazioni: ciò perché la morsetteria di giunzione e derivazione dei conduttori di alluminio, se non viene montata accuratamente, può dare luogo ad inconvenienti vari.

Per dette linee di distribuzione sono prevalentemente adottate corde di Aldrey a 7 fili del diametro da 2 a 3 mm e corde a 19 fili del diametro da 2 a 2,5 mm; talvolta si sono anche usate formazioni a 3 fili (del diametro di 2,60 ovvero 2,90 mm), soprattutto per poter effettuare con maggiore facilità giunzioni e derivazioni.

Meno impiegate sono le corde alluminio-acciaio (6 fili di alluminio, con anima di un filo di acciaio) e quelle a formazioni 7 + 1. Per poche centinaia di chilometri sono state anche adottate formazioni a 3 fili di acciaio e 4 fili di alluminio, ovvero a 4 fili di acciaio e 3 fili di alluminio.

Complessivamente si può ritenere che una notevole parte delle linee di distribuzione nelle zone extraurbane sono montate con conduttori a base d'Al.

In questi ultimi tempi vi è da rilevare, specialmente all'estero, la tendenza ad impiegare corde di alluminio puro, di sezione non inferiore a 60÷70 mm², per campate sino a 100÷120 m.

Tali conduttori risultano più economici di quelli alluminio acciaio, di minore diametro e di più semplice giunzione e presentano naturalmente, a parità di sezione, minori perdite ohmiche.

Il minore carico di rottura non è tuttavia un inconveniente; infatti, tenuto conto che la freccia dei conduttori di alluminio è solo lievemente superiore a quella dei conduttori alluminio-acciaio, diminuendo leggermente la campata si può adottare la stessa altezza dei pali, i quali possono essere di diametro leggermente inferiore.

Fra i conduttori usati per linee elettriche aeree di distribuzione ricordiamo, infine, i tipi « Duplex, Triplex e Quadruplex » costituiti da una corda nuda di alluminio, avvero alluminio-acciaio, detto « cavo messaggero », intorno alla quale sono avvolti a spirale uno, due o tre conduttori isolati in polietilene o neoprene (fig. 4).

Questi conduttori, che ora sono costruiti anche in Italia

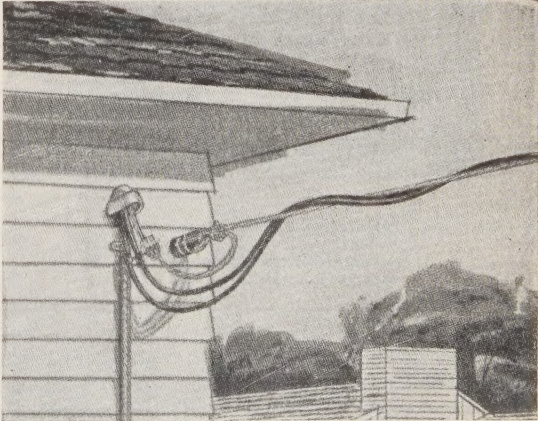


Fig. 4. — Conduttori isolati a cavo messaggero, tipo triplex.



con isolamenti di gomma e guaina di neoprene, sono frequentemente usati negli Stati Uniti per la piccola distribuzione di energia. La sezione di detti conduttori varia da 13 a 107 mm<sup>2</sup>.

5) CONDUTTORI DI CONNESSIONE FLESSIBILI PER STAZIONI ELETTRICHE.

Per le stazioni elettriche ad altissima tensione si richiedono, come è noto, conduttori di grande diametro con resistenza alla trazione limitata. Infatti, per ragioni di spazio, la distanza tra le fasi viene mantenuta inferiore a quella di linea. La sezione conduttiva, inoltre, deve essere notevole, poichè nelle stazioni può confluire la corrente di più linee, ma generalmente non così grande come comporterebbe il diametro calcolato allo scopo di impedire effluvi per effetto corona in relazione alla limitata distanza tra le fasi.

In questi casi, oltre alle normali corde spirodali, possono convenire corde di alluminio puro o di lega di alluminio (tipo Aldrey) formate da trefoli avvolti fra di loro a spirale, completate da una corona esterna di fili a contatto, per ridurre ed eguagliare il gradiente in superficie.

Il coefficiente di riempimento di tali corde a trefoli è di circa 0,6, contro 0,75÷0,76 delle corde di grande diametro di normale formazione spirodale.

Conduttori di questo genere sono stati adottati con successo in grandi stazioni italiane e non comportano difficoltà per la morsetteria di amarro, sospensione e derivazione.

Nella tabella V sono riportati alcuni tipi di conduttori adottati per grandi stazioni a 150, 220, 380 kV. Sono stati tuttavia impiegati in grandi stazioni italiane a 220 kV anche conduttori omogenei a formazione spirodale, come il tipo a sei strati (1 + 6 + 12 + 18 + 24 + 30 + 36 = 127 fili di 3,90 mm) avente un diametro di 50,7 mm ed una sezione di 1517 mm<sup>2</sup>, con capacità di trasporto di oltre 2 500 A.

atmosfera industriali aggressive, si può dire che, specialmente dove prevalgono esalazioni solforose, il comportamento dei conduttori di alluminio è stato buono ed anche migliore di quello dei conduttori di rame.

In atmosfere industriali, caratterizzate da esalazioni solforose e nitrose, nonchè polveri di carbone e nitrati in sospensione, il comportamento dei conduttori di alluminio è stato soddisfacente. Soltanto la presenza di composti di cloro può talvolta rendere precaria la resistenza alla corrosione dell'alluminio.

Nelle zone marine della penisola italiana il comportamento dei conduttori di alluminio si è dimostrato del tutto soddisfacente, anche dopo un ventennio dalla messa in opera.

In queste condizioni, i conduttori di lega rivelano una resistenza alla corrosione leggermente inferiore a quella dell'alluminio puro e possono talvolta presentare delle corrosioni di natura intercrystallina, con conseguente fenomeno di infragilimento.

L'impiego di opportuni grassi ad alto punto di goccia, inerti verso l'alluminio, applicati anche all'anima di acciaio, se si tratta di conduttori bimetallici, permette di migliorare il comportamento del conduttore in atmosfere aggressive.



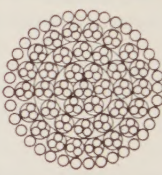
Fra questi grassi annoveriamo la vaselina, vari derivati del petrolio e i grassi minerali a base calcica. Sono stati perimentati anche grassi, a base di saponi di litio, con spiccate caratteristiche protettive ed un punto di goccia assai elevato (185 °C).

7) MORSETTERIA PER LINEE ELETTRICHE AEREE.

Sono state recentemente pubblicate in Italia, da parte del Comitato Elettrotecnico Italiano, le Norme 7-9 per la fornitura ed il collaudo della morsetteria per linee elettriche aeree per trasporto di energia, nonchè della morsetteria similare per stazioni elettriche.

In dette norme, dopo prescrizioni di carattere generale sulla morsetteria, sono stati considerati i materiali

TABELLA V. - Conduttori di connessione flessibili per stazioni elettriche.

			
	7 trefoli + mantello di 22 fili	19 trefoli + mantello di 34 fili	37 trefoli + mantello di 34 fili
N° dei fili di diametro $d_1$ (trefoli) . .	$7 \times 3 = 21$	$19 \times 3 = 57$	$37 \times 3 = 111$
N° dei fili di diametro $d_2$ (mantello) .	$22 (d_1 = d_2)$	$34 (d_1 = d_2)$	$34 (d_2 = 1,4 d_1)$
N° totale fili . . . . .	$21 + 22 = 43$	$57 + 34 = 91$	$111 d_1 + 34 d_2$
Diametro circoscritto $D$ . . . . .	$6,2 d_1 + 2 d_2 =$ $= 8,2 d_1$	$10,3 d_1 + 2 d_2 =$ $= 12,3 d_1$	$14,4 d_1 + 2 d_2 =$ $14,4 d_1 + 2 \times 1,4 d_2 =$ $= 17,2 d_1$
Coefficiente di riempimento . . . . .	0,64	0,61	0,62

Esempio con diametro fili  $d_1 = 3$  mm

Diametro circoscritto . . . . . mm	26,4	36,9	51,6
Sezione . . . . . mm <sup>2</sup>	304	643	1 256
Carico di rottura (alluminio) . . . kg	4 550	9 500	17 500
Capacità in corrente salto 30 °C) . . A	530	1 050	1 500

6) COMPORTAMENTO DEI CONDUTTORI A BASE DI ALLUMINIO IN ATMOSFERE AGGRESSIVE E LORO EVENTUALE PROTEZIONE.

Per quanto risulta dall'esame di conduttori esposti in

adatti, escludendo ovviamente le leghe di alluminio contenenti rame.

Sono stati, quindi, accettati i seguenti tipi di leghe:  
— *Leghe per getti*: leghe alluminio-silicio, leghe alluminio-silicio-magnesio, leghe alluminio-magnesio.



— *Leghe da lavorazione plastica*: leghe alluminio-silicio-magnesio; alluminio-manganese; alluminio-magnesio. Per quanto riguarda i vari tipi di morsetteria non si è inteso fissare nelle norme prescrizioni dettagliate, per non restringere il campo d'impiego a determinati modelli. Si sono, però, date prescrizioni per le prove di tipo,

di nota, è quello costruito per un conduttore di grande diametro del River Severn Crossing (fig. 7). Il carico di rottura ottenuto durante le prove di laboratorio è stato di ben 106 000 kg, mentre era richiesto un carico minimo di 97 850 kg, pari al 95 % del carico di rottura del conduttore. Riteniamo che questa sia la massima resistenza

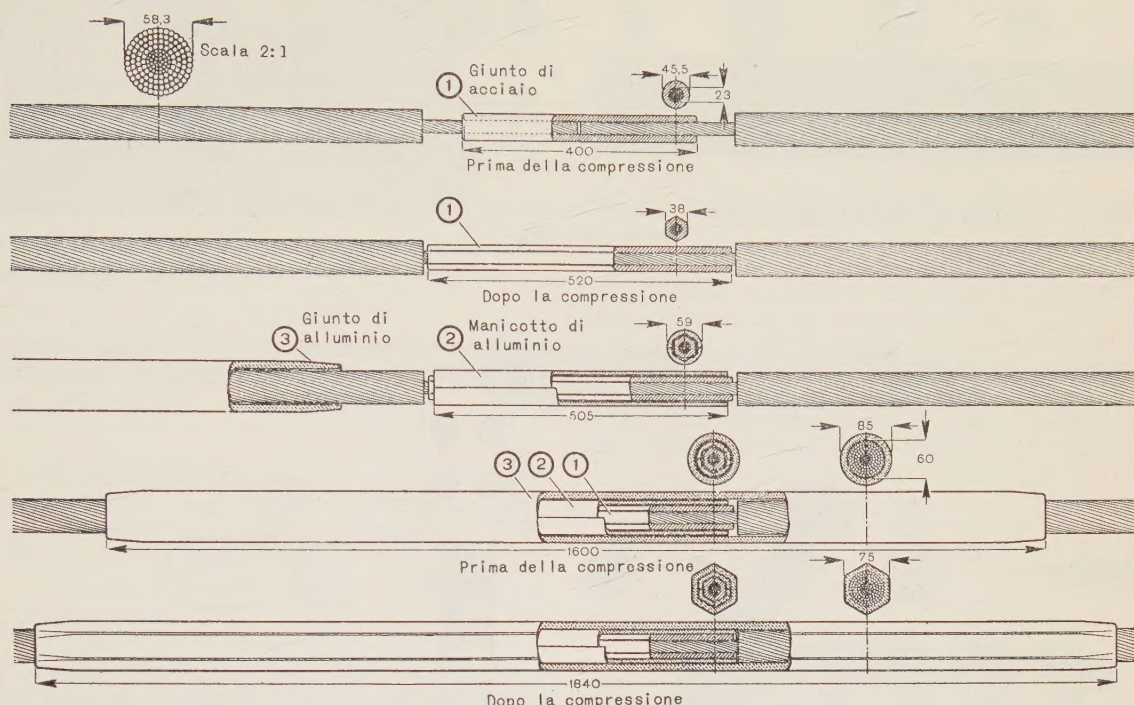


Fig. 5. — Giunto a compressione per conduttore di alluminio-acciaio del diametro di 58,3 mm (costruzione SALVI).

consistenti essenzialmente nel controllo del riscaldamento subito dai giunti attraversati da determinate intensità di corrente; prove di tipo sussidiario sono quelle di corrosione e le prove d'invecchiamento artificiale, consistente nell'assoggettare i giunti a 20 cicli termici successivi con surriscaldamento.

Fra le prove di accettazione sono da elencare:

- a) controllo delle qualità dei materiali;
- b) controllo dimensionale e di esecuzione;
- c) prove meccaniche;
- d) prove di zincatura.

Per le prove meccaniche sono previsti, in percento del carico di rottura del conduttore, determinati valori minimi di resistenza alla trazione ovvero allo scorrimento del conduttore stesso nel giunto e nel morsetto.

#### A) Morsetteria per linea ad alta tensione.

Passando a considerare i tipi di morsetteria più comunemente usati in Italia e all'estero per linee ad alta tensione, noteremo che i giunti più diffusi sono quelli a compressione. Tralasciando i ben noti giunti di normale impiego in Italia, riportiamo nella fig. 5 un tipo di giunto a compressione preparato per il conduttore bimetallico del diametro di 58,3 mm della linea del Kildala Pass.

Come si può rilevare dalla stessa figura, la deformazione a forma esagonale del giunto originariamente rotondo, ormai adottata da tutti i costruttori (fig. 6), permette di eliminare gli spazi vuoti fra filo e filo, mantenendo rotonda la forma del conduttore, e raggiungere la massima efficienza al tiro. Il corpo del giunto può essere costituito da alluminio puro, ovvero da lega di alluminio, come nel caso specifico del morsetto usato per il Kildala Pass. In detto giunto opportuni elementi di alluminio puro servono a riempire l'intercapedine fra l'embolo di acciaio ed il corpo esterno di alluminio.

Altro tipo di morsa di ormeggio a compressione, degno

alla rottura finora raggiunta con il sistema a compressione. Sono tuttavia allo studio morsetti di tipo analogo per carichi ancora superiori.

Nella fig. 8 sono rappresentati un giunto ed una morsa di ormeggio a compressione studiati per il conduttore per altissima tensione Alcoa di tipo espanso, del dia-

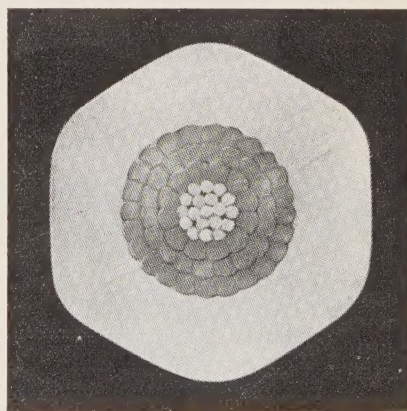


Fig. 6. — Sezione di un giunto a compressione esagonale (costruzione Volpato).

metro di 44,45 mm; il carico di rottura raggiunto è stato di 25 400 kg contro il minimo richiesto di 22 600 kg.

Nella fig. 9 è indicato, invece, il giunto sempre a compressione elaborato per il conduttore espanso con riempimento di Fertene dell'Alluminio S. A., del diametro di 44,8 mm. Il carico di rottura raggiunto durante le



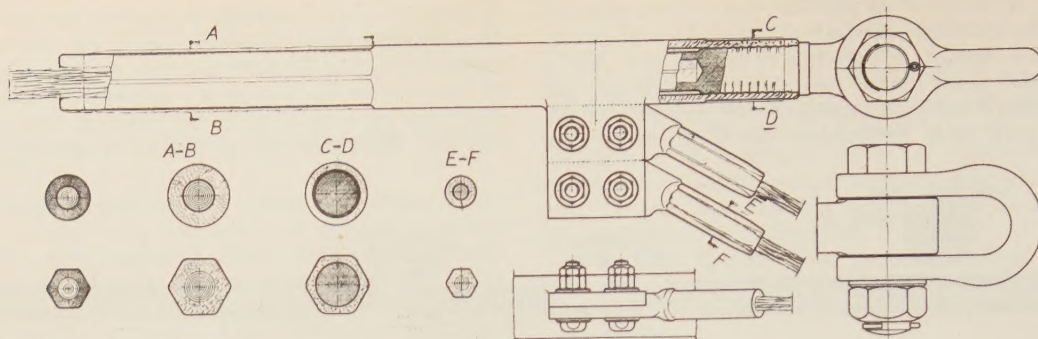


Fig. 7. — Morsa di ormeggio per conduttore alluminio-acciaio del diametro di 43,05 mm del Severn River Crossing (costruzione SALVI).

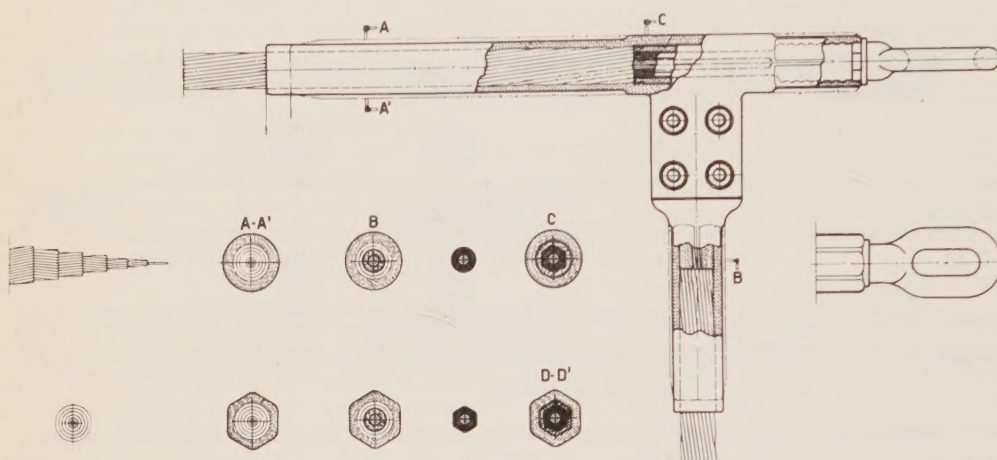


Fig. 8. — Morsa di ormeggio e giunto a compressione per conduttore espanso, brevetto Alcoa (costruzione SALVI).

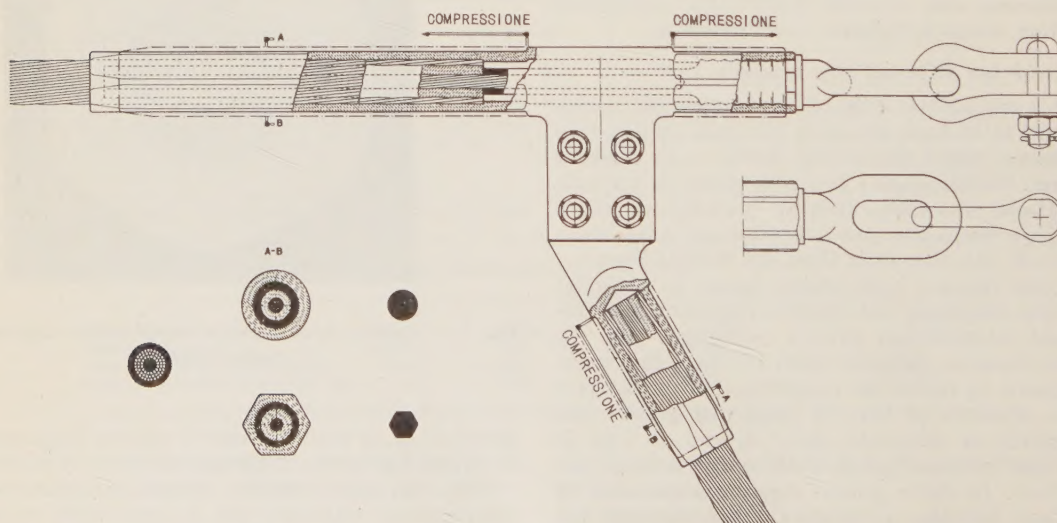


Fig. 9. — Morsa di ormeggio a compressione per conduttore espanso con riempitivo di Fertene, brevetto Alluminio S.p.A. (costruzione SALVI).



prove è stato di 23 800 kg, pari a quello del conduttore intero.

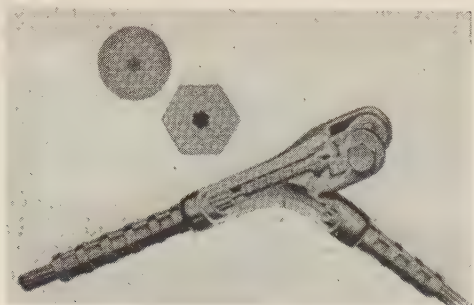


Fig. 10. — Morsa di ormeggio a compressione per conduttori di alluminio-acciaio (costruzione The Thomas & Betts Co.).

Per quanto riguarda la forma costruttiva delle morse di amarraggio a compressione segnaliamo pure quella di fig. 10.

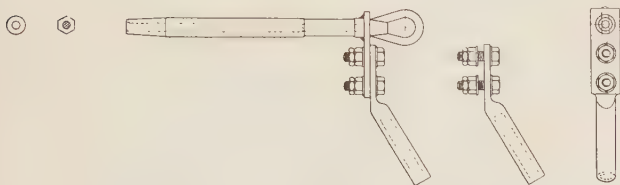


Fig. 11. — Morsa di ormeggio a compressione senza embolo di acciaio per conduttori di alluminio-acciaio del diametro massimo 17 mm (costruzione Noral).

Fra le novità introdotte nei sistemi di giunzione a compressione notiamo il sistema canadese (Noral) per

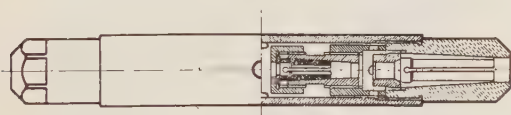


Fig. 12. — Giunto a cono brevetto Vontobel per conduttore bimetallico (costruzione Volpato).

conduttori alluminio-acciaio, che non utilizza l'embolo di acciaio (fig. 11). In questo caso il giunto ovvero la

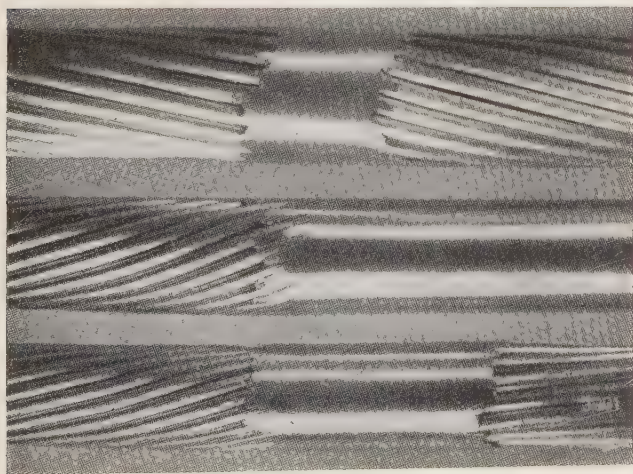


Fig. 13. — Esempi di saldatura Alutherm brevetto A.I.A.G. Due corde di alluminio puro di 300 mm<sup>2</sup>. Corde di Aldrey da 240 mm<sup>2</sup> e un tondino di Anticorodal. Due corde di Alluminio puro di 185 mm<sup>2</sup>, di diversa formazione.

morsa di ormeggio, è riempita di uno speciale composto grasso, che oltre ad assicurare un'ottima continuità elettrica, garantisce una buona tenuta meccanica per attrito del conduttore.

Non vogliamo terminare la rassegna dei sistemi di giunzione meccanica senza ricordare il ben noto tipo Vontobel (fig. 12) con serraggio a cono.

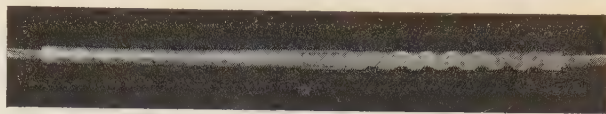


Fig. 14. — Giunto tubolare di rinforzo (parzialmente sezionato) su saldatura Alutherm fra corde.

Un sistema di giunzione che adotta la saldatura autogena dei due capi del conduttore è stato messo a punto dalla AIAG: esso fa ricorso ad una cartuccia forata, nella quale si inseriscono gli estremi dei conduttori, che vengono contemporaneamente tenuti compressi l'uno contro l'altro da un apposito attrezzo a molla. L'accensione della cartuccia, caricata con miscela alluminoter-

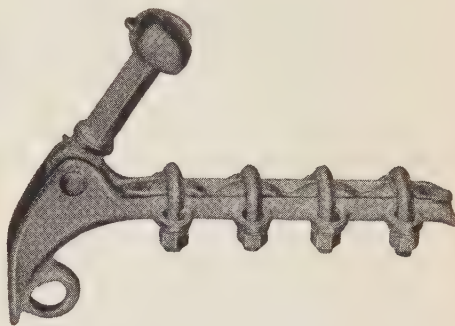


Fig. 15. — Morsa di ormeggio a conduttore passante, forgiata di lega leggera (costr. Brewer-Titchener Co.).

mica, provoca la fusione delle estremità dei conduttori, che vengono ricalcati dalla molla l'uno contro l'altro e saldati (fig. 13).

Sulla giunzione così effettuata si applica un manicotto di alluminio e lo si comprime mediante tacche, a scopo di rinforzo meccanico (fig. 14).

Riguardo le morse di ormeggio occorre rilevare che si

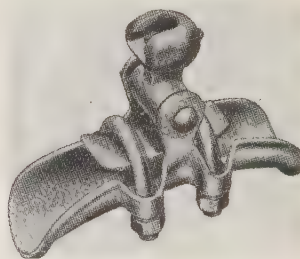


Fig. 16. — Morsetto di espansione, forgiato, di lega leggera (costruzione Brewer-Titchener Co.).

diffonde la tendenza ad usare, quando è possibile, il tipo a cavo passante, preferibilmente stampato in lega leggera (fig. 15).

Ugualmente da stampaggio è ricavato il morsetto di sospensione di fig. 16.

Altro tipo di morsetto di sospensione, caratterizzato da leggerezza e mobilità, è rappresentato nella fig. 17.



La navicella di detto morsetto è di lega leggera allo scopo di ridurre a circa un decimo le perdite per isteresi



Fig. 17. — Morsetto di sospensione di lega leggera con corazzatura (costruzione SALVI).

magnetica. Per terminare la rassegna dei morsetti di sospensione riportiamo in fig. 18 un tipo, adottato in Svezia, costruito in modo da consentire al conduttore di

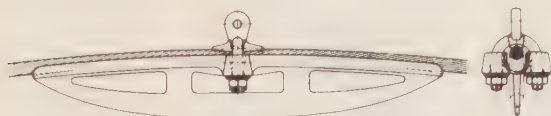


Fig. 18. — Morsetto di sospensione di tipo svedese (Brevetto A. B. Svenska Aluminium Konpaniet).

adagiarsi secondo un raggio di curvatura notevole, ad evitare dannose sollecitazioni locali supplementari che possono raggiungere valori assai elevati sul conduttore



Fig. 19. — Sbarrette antivibranti (costr. SALVI).

stesso (fino a 4 volte la sollecitazione assiale nel conduttore secondo i calcoli della A. B. Svenska Aluminium Konpaniet). La lunghezza di un giunto di questo tipo



Fig. 20. — Sbarrette antivibranti preformate (costr. Preformed Line Products).

è tuttavia notevole (circa 70 cm) ed anche notevole è il suo peso, per cui il vantaggio raggiunto è discutibile.

Passando a considerare altri accessori di linee ad alta tensione, ricordiamo le sbarrette antivibranti, le quali rinforzano anche il conduttore nel punto critico di sospensione. Oltre al tipo affusolato di normale impiego in Italia (fig. 19), all'estero vengono usate, come è noto,



Fig. 21. — Sospensione mediante sbarrette antivibranti preformate a boccia di gomma (costr. Preformed Line Products).

sbarrette cilindriche preformate a spirale (fig. 20) che possono eventualmente serrare il conduttore mediante una boccia di neoprene, come si rileva dalla fig. 21; in quest'ultimo caso morsetto di sospensione e sbarrette

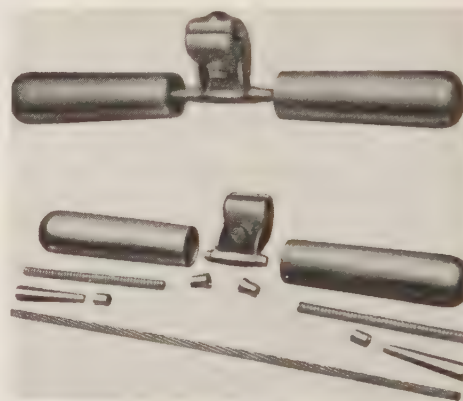


Fig. 22. — Antivibrante tipo Stockbridge (costruzione SALVI).

formano un complesso unico atto a reggere il conduttore senza danneggiarlo.

In proposito facciamo presente che le sbarrette antivibranti preformate devono essere adattate con la mas-

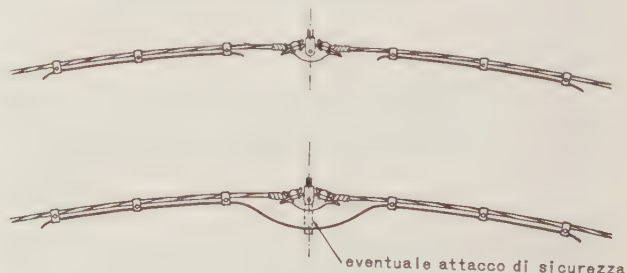


Fig. 23. — Smorzatore a festoni.

sima precisione al diametro e al passo del conduttore. Ad evitare vibrazioni nei conduttori ricordiamo gli ammortizzatori più usati che sono il tipo Stockbridge (fig. 22). Ricordiamo pure il tipo a festoni (fig. 23), costituito da



un conduttore ausiliario fissato mediante morsetti bifilari, ed il tipo a torsione Dumbell.

I conduttori antivibranti alluminio-acciaio, nei quali l'anima di acciaio presenta un certo gioco rispetto al mantello di alluminio e che richiedono un accurato con-

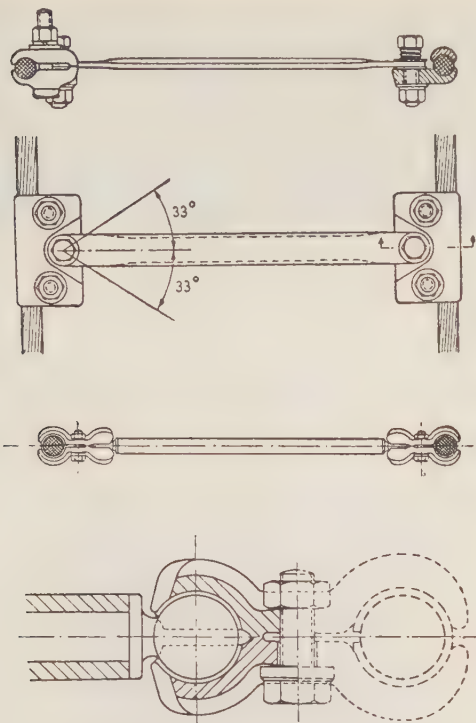


Fig. 24. — Distanziatore tipo svedese (alto) e distanziatore con attacco a sfera (basso).

trollo della tesatura dei due materiali ad evitare ogni possibile risonanza, sembrano ora abbandonati. In definitiva, il problema delle vibrazioni può essere nella maggior parte dei casi risolto all'origine, mercè un'accurata progettazione della linea, evitando tensioni eccessive a

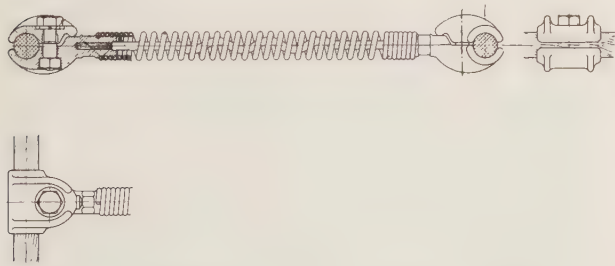


Fig. 25. — Distanziatore tipo tedesco (costruzione RIBE).

conduttore scarico ed adottando morsetteria di disegno accurato; così facendo i dispositivi antivibranti potranno essere limitati ai tratti particolarmente critici.

Fra gli accessori di recente impiego sulle linee ad altissima tensione dobbiamo ricordare inoltre i distanziatori

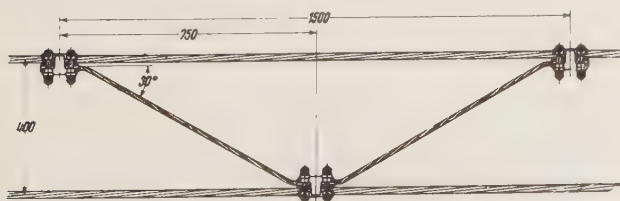


Fig. 26. — Distanziatore tipo svizzero.

fra i conduttori multipli di una stessa fase. Per fornire le migliori prestazioni questi importanti accessori devono avere le seguenti caratteristiche:

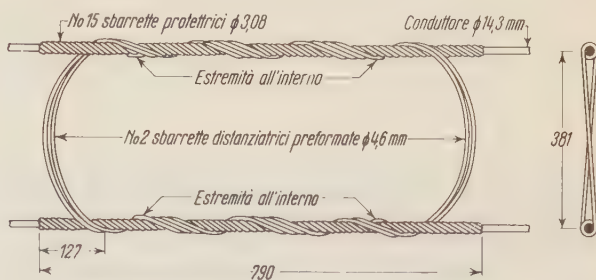


Fig. 27. — Distanziatore di tipo americano a sbarrette distanziatrici preformate.

a) sotto l'azione di venti violenti o di sovraccarichi irregolari di neve o ghiaccio, i morsetti di fissaggio dei

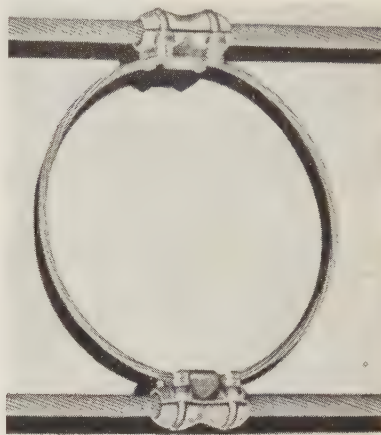


Fig. 28. — Distanziatore ad anello (Brevetto Perrone-Salvi).

distanziatori devono impedire qualsiasi scivolamento del conduttore;



Fig. 29. — Montaggio dei distanziatori ad anello sulla linea Châtillon-Avise della SIP.

b) i distanziatori non devono danneggiare i conduttori nel caso di vibrazioni di ampiezza e frequenza molto elevata;



c) per non usurarsi rapidamente, i distanziatori non devono essere costituiti di parti sottoposte a confricazione reciproca (per esempio articolazioni);

d) per compensare eventuali differenze di allungamento dei singoli conduttori, i distanziatori devono permettere spostamenti longitudinali e trasversali di un morsetto rispetto all'altro, senza che conduttori e distanziatori risultano danneggiati;



Fig. 30. — Montaggio di distanziatori ad anello sulla linea a 330 kV del Kariba.

e) i distanziatori devono potere sopportare, senza danno e sensibili deformazioni permanenti, gli sforzi dovuti a conduttori sottoposti all'azione di venti violenti e ricondurre poscia i conduttori alla loro posizione iniziale;

f) i distanziatori devono reagire elasticamente ad eventuali sforzi di attrazione fra i conduttori per corto circuito;

g) i distanziatori devono assicurare una buona connessione elettrica fra i conduttori di un fascio, allo scopo di evitare scintillii, nel caso di piccole differenze di tensione fra i morsetti di fissaggio;

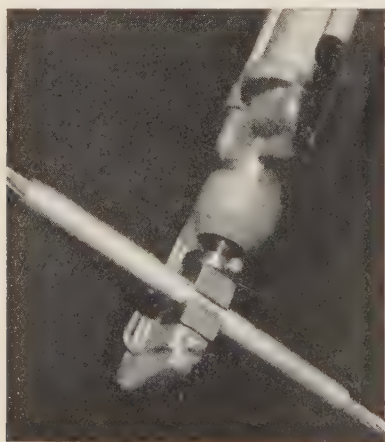


Fig. 31. — Pinza portatile a compressione idraulica (costr. SALVI).

h) i distanziatori non devono dare luogo ad effluvi. Nella fig. 24 appaiono alcuni particolari costruttivi dei distanziatori atti a migliorare la mobilità dei distanziatori ad asta rigida.

Altri tipi di distanziatori usati all'estero sono quelli delle figure 25, 26 e 27.

Un tipo di distanziatore brevettato, rispondente ai requisiti sopra ricordati, che utilizza come elemento elastico un anello di filo continuo di acciaio fortemente zincato è indicato nella fig. 28.

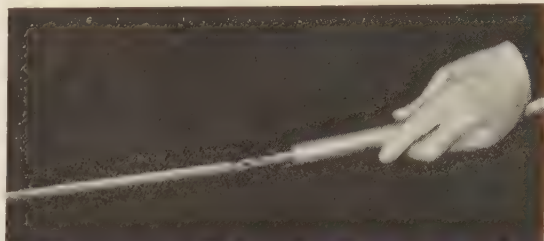


Fig. 32. — Giunto a compressione per conduttore di alluminio con anima di un solo filo di acciaio (costr. SALVI).

Distanziatori di quest'ultimo tipo, messi a punto dopo severe prove di laboratorio, sono stati montati con ottimi risultati in Italia nelle linee con conduttori a fascio Chatillon-Avise (fig. 29), Torino-Cornigliano e Terni-Cor-

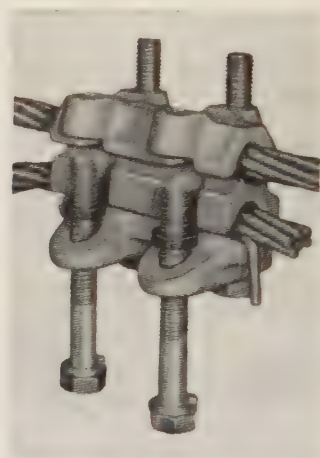


Fig. 33. — Morsetto di derivazione (costr. Jasper Blackburn Co.).

nigliano ed all'estero nel Sud-Africa (linea a 300 kV Escom Orange Free State) e in Rhodesia (linee a 330/380 kV del sistema Kariba, fig. 30).

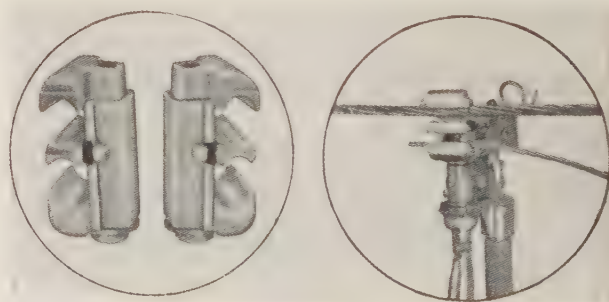


Fig. 34. — Morsetto di derivazione (costr. Fargo).

#### B) Morsetteria per linee a media e bassa tensione.

Anche per linea a media e bassa tensione il tipo di giunto più diffuso è quello a compressione, eseguito talvolta a mezzo di pinze portatili meccaniche (fig. 31) ovvero idrauliche.



Nel caso si tratti di congiungere corde di alluminio acciaio con l'anima costituita da un solo filo di acciaio, si usa anche il sistema della fig. 32 secondo il quale i due fili di acciaio risultano fra di loro agganciati.

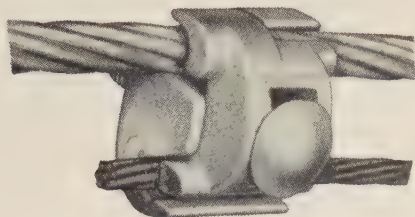


Fig. 35. — Morsetto bifilare pressofuso per collegamento alluminio-rame (costr. Jasper Blackburn Co.).

Data la necessità di effettuare derivazioni frequenti sulle linee di distribuzione, sono stati perfezionati in America i morsetti relativi, fra i quali segnaliamo il

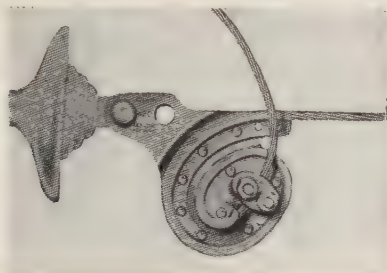


Fig. 36. — Morsetto di ormeggio a corno di caccia (costruzione Electric Co.).

tipo di fig. 33, progettato in modo che i vari pezzi non possano distaccarsi. Infatti i bulloni si avvitano direttamente nella ganascia superiore, che come l'inferiore

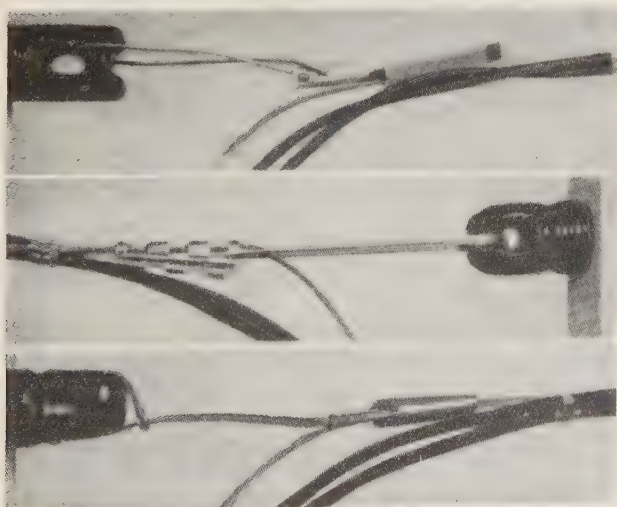


Fig. 37. — Morsetti di ormeggio (per cavi Triplex).

è stampata in una lega di alluminio ad alta resistenza non contenente rame; una rondella di materiale plastico evita che il bullone stesso possa sfilarsi. La ganascia intermedia è fatta di alluminio puro e quindi risulta relativamente plastica e non rovina il conduttore durante il serraggio.

Un morsetto di questo genere è utilizzato per conduttori di sezione fino a 240 mm<sup>2</sup>. Nella fig. 34 è riportato un tipo di morsetto anch'esso costituito da vari pezzi fra di loro collegati in modo permanente. Questo morsetto può essere realizzato anche per giunzioni alluminio rame e può essere montato mediante apposito attrezzo. Si noti che la ganascia intermedia resta nella posizione fissata e non scorre mercè due pattini laterali di neoprene.

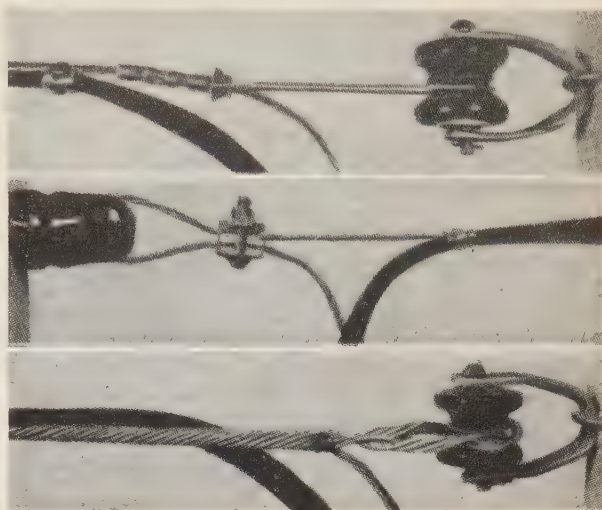


Fig. 38. — Morsetti di ormeggio (per cavi Triplex).

Nella fig. 35 è rappresentato un morsetto bifilare di tipo tradizionale, ma pressofuso. La sezione speciale delle ganascie assicura un certo buon contatto nel tempo.

Fra i morsetti di ammassaggio ricordiamo il tipo a corno di caccia (fig. 36), specialmente diffuso negli Stati Uniti.

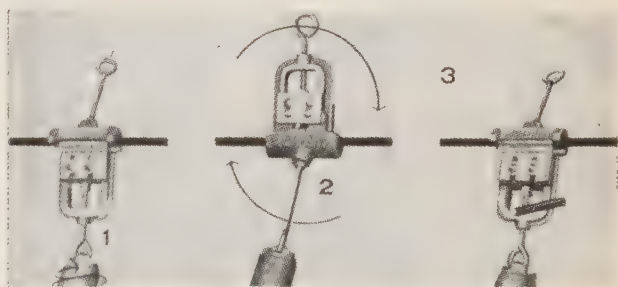


Fig. 39. — Attrezzo per togliere l'isolamento ai cavi aerei isolati (costruz. Penn-Union).

Passando alla morsetteria per cavi aerei isolati autoportanti, tipo Duplex, Triplex e Quadruplex, ricorderemo i vari tipi di ammassaggio usati negli Stati Uniti (figure 37 e 38). L'ultimo della fig. 38 è costituito da fili di acciaio preformati a spirale.

Altro accessorio interessante che riguarda i cavi aerei isolati è quello raffigurato in fig. 39, che serve a togliere il rivestimento di gomma al cavo mentre è in aria e permette di eseguire le derivazioni da lontano.

Come esempio di morsetteria per conduttori flessibili di sottostazioni riportiamo il modello della fig. 40.

Per terminare la rassegna delle varie soluzioni adottate per la morsetteria vogliamo ricordare l'impiego che va diffondendosi di bulloneria di lega leggera ossidata ano-



dicamente, la quale, oltre alle ottime caratteristiche meccaniche, presenta una resistenza alla corrosione assai notevole. Questo genere di bulloneria è particolarmente indicato per il montaggio su morsetti di lega leggera, avendo lo stesso coefficiente di dilatazione dei pezzi da congiungere.

Per quanto riguarda la protezione superficiale dei materiali ferrosi, compresi i fili di acciaio, segnaliamo l'impiego della alluminatura in luogo della zincatura.

Ricordiamo, infine, l'uso di paste speciali di contatto, specialmente nei Paesi anglosassoni, per assicurare una efficienza di contatto costante nel tempo.

#### 8) QUANTITATIVI DI ALLUMINIO IMPIEGATI IN ITALIA PER USO ELETTRICO.

Gli 8 000 km circa di linee trifasi a 220 kV che costituiscono la rete italiana ad altissima tensione sono montati tutti con conduttori alluminio-acciaio, salvo una linea per la quale sono stati impiegati conduttori di Aldrey ed un'altra comportante conduttori di Aldrey-acciaio (attraversamento del passo del Tonale).

Per i 22 000 km di linee trifasi da 120 a 150 kV si può ritenere che l'80 % siano montati con conduttori di alluminio-acciaio o lega di alluminio ed il resto di rame.

Il quantitativo di alluminio in opera in Italia sulle linee elettriche a tensione di 120 kV e più deve, quindi, valutarsi intorno a 50 000 t; comprendendo la morsetteria tale cifra sale a circa 55 000 t.

L'alluminio adoperato nel complesso per usi elettrici dalle prime, fino alle più recenti applicazioni, è dato dal diagramma di fig. 41, dal quale si rileva che a tutto oggi si ha un ammontare di circa 120 000 t.

#### 9) PREVISIONI PER IL FUTURO.

In base al ritmo previsto per l'incremento normale della rete aerea di trasporto, si può presumere che negli anni seguenti si avrà un fabbisogno annuo di almeno 5 000 t di alluminio per conduttori aerei; a questo quantitativo occorrerà, naturalmente, aggiungere quello relativo alla morsetteria, alle stazioni, alle linee di minore tensione, ai cavi, alle apparecchiature.

E inoltre da prevedere nei prossimi otto anni lo sviluppo di un programma di grandi linee ad altissima tensione. Tali linee potranno avere uno sviluppo variabile (3 000÷5 000 km), comprendendo in esso le connessioni internazionali.

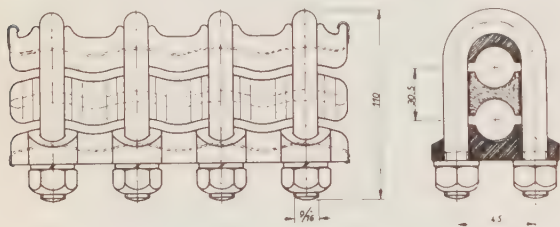


Fig. 40. — Morsetto bifilare per conduttori (costr. SALVI).

Per tale ulteriore programma, collegato con l'entrata in funzione di centrali termonucleari, può prevedersi un impiego di 25÷40 mila tonnellate di alluminio.

#### 10) CONCLUSIONI.

Dopo l'esame effettuato degli attuali orientamenti nell'impiego dei conduttori di alluminio nelle linee elettriche aeree, possiamo trarre alcune ovvie conclusioni:

1) L'alluminio si è affermato come materiale conduttore, e nelle alte e medie tensioni ha soppiantato il rame.

2) La speciale tecnica di montaggio richiesta dai conduttori di alluminio è ormai sufficientemente diffusa e correttamente applicata; non si insisterà, invece, abbastanza su quanto riguarda la tecnica di montaggio delle linee a media e bassa tensione, attualmente piuttosto trascurata.

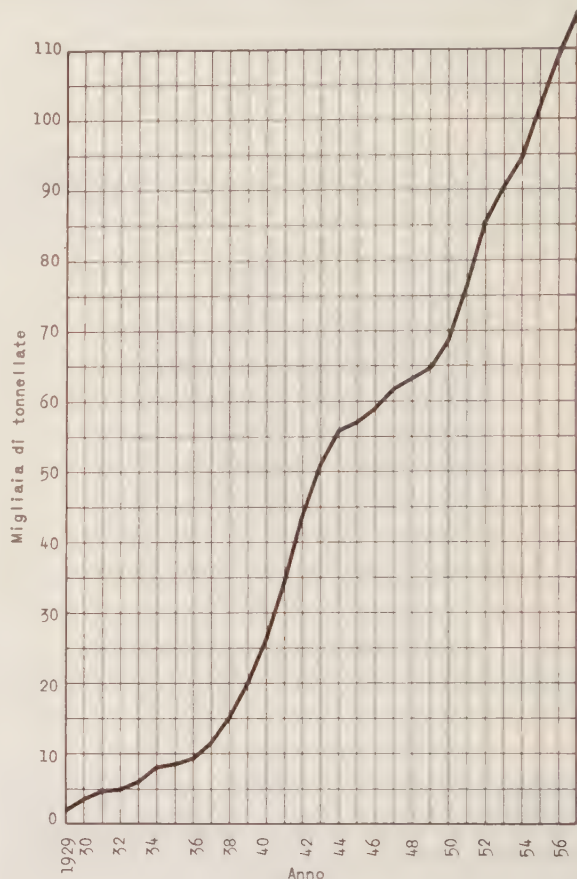


Fig. 41. — Dati statistici relativi all'impiego dell'alluminio nelle linee elettriche ad alta e bassa tensione, conduttori di connessione per cabine, cavi e linee di telecomunicazione, conduttori di lega e avvolgimenti.

3) La collaborazione dei progettisti italiani e dei costruttori di conduttori di alluminio e relativi accessori ha permesso di realizzare in Italia linee elettriche aeree che nulla hanno da invidiare, ed anzi sotto molti aspetti sono superiori, a linee consimili realizzate all'estero.

Ciò d'altra parte è confermato dal fatto che a molte imprese italiane è stato conferito l'incarico di costruire elettrodotti nei più lontani Paesi extraeuropei.

Manoscritto pervenuto il 21 febbraio 1959.



# LA PRODUZIONE DI ELETTROGRAFITE ED IL SUO IMPIEGO NELL'INGEGNERIA NUCLEARE

PAOLO M. STROCCHI (\*)



Conferenza tenuta alla Sezione di Bologna dell'A.E.I. il 22 novembre 1958

*Viene sommariamente descritto il processo di produzione industriale dei materiali carboniosi. Speciale attenzione viene dedicata ad alcuni problemi legati alla produzione della Grafite Nucleare, accennando, da ultimo, ad alcuni aspetti particolari relativi al suo impiego.*

## PREMESSA.

Un esame anche non molto approfondito ci permette di valutare abbastanza esattamente la dipendenza esistente tra alcune delle più importanti industrie pesanti e l'industria dei manufatti carboniosi. Basterà ricordare che gran parte dei processi elettrochimici, quali quello della produzione dell'alluminio, del magnesio, del calcio, dei metalli alcalini, della soda caustica e del cloro, nonché elettrotermici, quali la produzione degli acciai speciali e delle ferroleghe, sono legati alla possibilità di disporre, in genere come materiale elettrodico, ed in certi casi anche per la costruzione della cella o del forno, di prodotti carboniosi di adeguate caratteristiche. Si può affermare, senza timore di essere eccessivamente categorici, che i materiali di carbonio amorfo artificiale e l'elettrografite, entrambi prodotti dell'industria elettrotermica, stanno alla base di un gran numero di industrie elettrotermiche stesse ed elettrochimiche.

In questi ultimi tempi, inoltre, ai materiali carboniosi, ed in particolare alla grafite, si è aperto un nuovo vasto campo di applicazione in relazione al loro impiego nell'ingegneria nucleare.

Prescindendo, comunque, da questo ultimo tipo di applicazioni che, almeno per quanto ci riguarda, ci può interessare in maniera consistente soltanto in un futuro assai prossimo, è di capitale interesse osservare come la industria italiana dei manufatti carboniosi dipende in misura considerevole dalla importazione di coke di petrolio che, come si vedrà più oltre, è una delle materie prime fondamentali e la cui produzione nazionale è del tutto insignificante. C'è da aspettarsi, pertanto, che un qualsiasi ostacolo al suo approvvigionamento si ripercuoterebbe inevitabilmente, con gravissime conseguenze, sull'industria dell'acciaio, delle leghe leggere e di alcuni prodotti chimici pesanti quali il cloro e la soda.

Sino a non molto tempo fa, per motivi di ordine commerciale, che miravano al mantenimento di una situazione di monopolio, scarsa pubblicità veniva data alle ricerche in questo campo. Prescindendo da un certo numero di indagini cristallografiche elementari ben scarsa era la documentazione bibliografica disponibile; la situazione recente è, invece, completamente diversa ed il merito è da attribuirsi, in larghissima misura, all'iniziativa delle diverse Commissioni statali per l'energia nucleare (USAEC per l'America, UKAEA per la Gran Bretagna, CEA per la Francia), che hanno organizzato, incoraggiato, finanziato e concesso la pubblicazione dei risultati di un numero considerevolissimo di ricerche concernenti le proprietà fondamentali dei materiali carboniosi, sia

nei riguardi della loro intima struttura che in relazione alle caratteristiche di grossi pezzi, prodotti per via industriale.

A conferma di questo nuovissimo interesse stanno il numero e la qualità delle memorie, nonché delle Conferenze e dei Congressi sul carbonio e la grafite che hanno avuto luogo dal 1955 in poi.

Ci proponiamo, nella nostra esposizione, di illustrare sommariamente il processo di produzione dei materiali carboniosi accennando, da ultimo, ad alcuni aspetti particolari relativi al loro impiego nelle costruzioni nucleari.

È però necessario, prima di entrare nel vivo dell'esposizione, definire esattamente, sia da un punto di vista strettamente scientifico che da quello tecnologico-industriale i prodotti che saranno oggetto della nostra conversazione e che, in relazione alle loro proprietà si sono ormai resi preziosi in numerose applicazioni industriali.

## DEFINIZIONI FONDAMENTALI.

Qualunque sostanza « carboniosa », e cioè qualunque « carbone » o qualunque coke possiedono, come motivo strutturale fondamentale, un sistema policiclico condensato di anelli esagonali di atomi di carbonio. Agli atomi periferici del sistema sono legati atomi di idrogeno, mentre altri elementi (in particolare azoto, zolfo e ossigeno) sono presenti in anelli eterociclici. Infine, impurità diverse (a base di alluminio, calcio, ferro, silicio, ecc.) stanno disposte, in modo affatto irregolare, fra i piani definiti dalle strutture policicliche condensate.

Gli anelli esagonali di atomi di carbonio, se si trovano ad essere contigui e su piani paralleli, danno luogo a cristalli elementari, incastrati, quindi, in una matrice di composti, per lo più di carattere aromatico, altamente condensati. I cristalli corrispondono a quelli della grafite, ma risultano praticamente sviluppati soltanto in due dimensioni, quelle relative al piano degli anelli aromatici.

Un primo riscaldamento della massa carboniosa (diciamo a 400-500 °C) in atmosfera riducente, fa sì che i sistemi planari aromatici si condensino ulteriormente ed irrigidiscano la propria struttura. In altre parole, man mano che la carbonizzazione procede, i cristalliti crescono a spese della matrice. Una temperatura superiore (1 000-2 000 °C) comporta uno sviluppo di sostanze volatili, determinato dalla espulsione degli atomi di idrogeno, azoto, ossigeno ed un accrescimento ulteriore dei piani (« lamelle ») sui quali si trovano gli anelli esagonali di carbonio. Già a 1 200 °C la matrice originaria dell'idrocarburo è praticamente scomparsa. Intorno ai 2 000 °C i piani degli anelli sono ancora disposti alla rinfusa, gli uni rispetto agli altri. Passando, infine, dai 2 000 °C ai 3 000 °C, insieme ad un distacco di gran parte delle impurità, che sfuggono in forma gassosa, si produce un parallelismo planare sempre più pronunciato che, tuttavia, non diventa mai né totale, né perfetto. Se questo parallelismo si realizzasse nella massa al cento per cento, si otterrebbe un cristallo, perfetto, teorico, di grafite

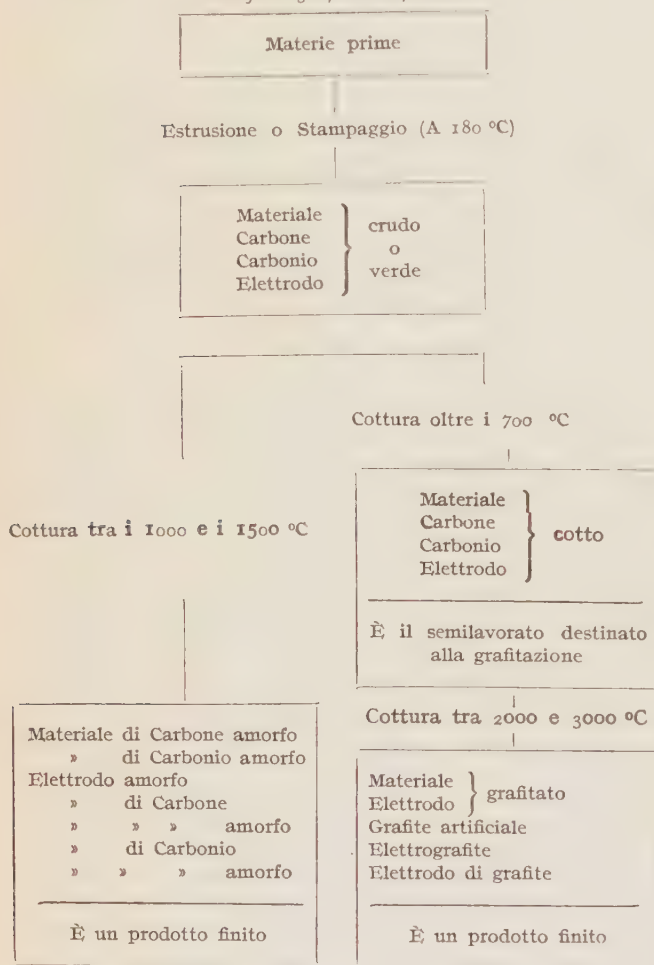
(\*) Prof. dr. PAOLO M. STROCCHI, Facoltà Ingegneria, Università di Bologna.



pura e omogenea. Si sa, infatti, che il motivo strutturale di un cristallo di grafite è dato da atomi di carbonio, disposti esagonalmente su piani paralleli, con legami rigidissimi sui piani e molto laschi fra i piano e piano.

Il carbonio elementare viene usato generalmente nella forma di carbone amorfo o di grafite, termini che, come abbiamo visto, rappresentano più propriamente i limiti estremi di tutta una vasta gamma di prodotti dotati di caratteristiche intermedie. Questi materiali hanno proprietà tecnologiche notevolissime che li rendono preziosi in numerose applicazioni. Nella pratica si sono conati, con considerevole disinvoltura, nomi più o meno convenzionali, e non sempre precisi, per i pezzi fabbricati con materiali carboniosi trattati termicamente, dopo essere stati agglomerati con leganti opportuni e formati a compressione (o per estrusione). Le definizioni, date in funzione della temperatura di processo, sono riassunte nella tabella I.

TABELLA I. — Definizioni industriali dei prodotti di carbonio amorfo e grafite artificiale



Per chiarezza useremo, in seguito, il termine *grafite* per indicare un materiale che ha subito un trattamento termico a temperatura superiore ai 2 000 °C circa dopo la cottura in forno a gas, mentre col termine *carbone* indicheremo l'articolo che non è stato sottoposto a quest'ultimo stadio di lavorazione.

#### DIAGRAMMA DI PRODUZIONE.

Sui dettagli del processo di produzione industriale dei pezzi di *carbone amorfo* e di *grafite artificiale* meriterebbe intrattenersi per esteso, data la mancanza quasi assoluta di informazioni in merito. Ci limitiamo, in questa sede, ad un breve commento del diagramma di fig. 1, e

al flow sheet di fig. 2 che sono disegnati con le notazioni relative alla produzione di elettrodi di carbone e di elettrografite.

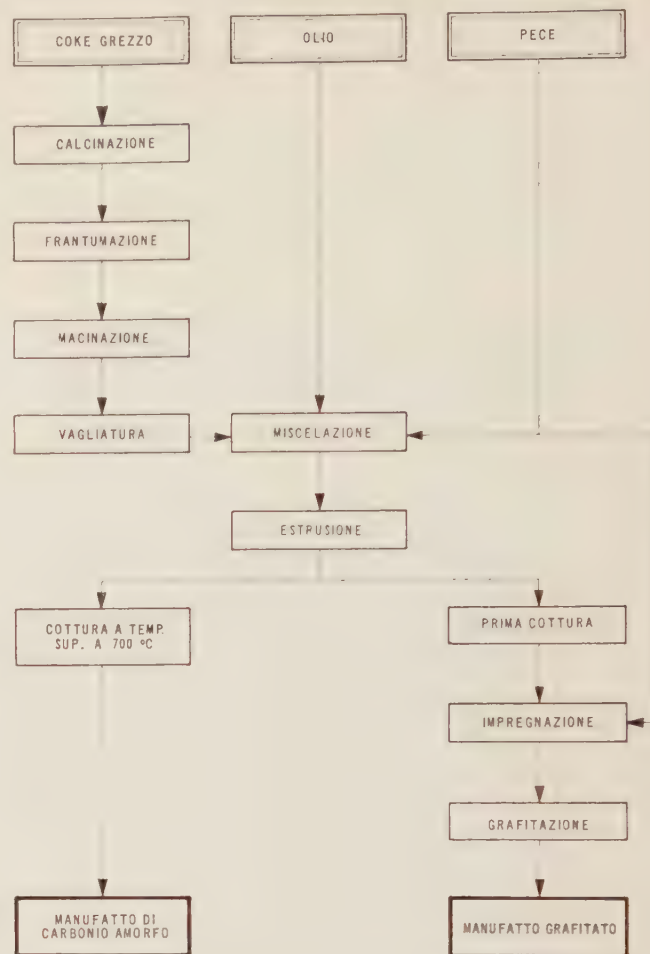


Fig. 1. — Diagramma di produzione di materiali di carbonio amorfo e grafite.

Alle sostanze carboniose fondamentali (coke di petrolio, coke di pece, coke metallurgico, antracite, ecc.), opportunamente frantumate, polverizzate e proporzionate dal punto di vista granulometrico (Posizioni da 1 a 18), vengono aggiunte le necessarie quantità di *materiali leganti* (catrame, pece di catrame di carbone fossile o di petrolio, ecc.) e *lubrificanti* (olio minerale) (Posizioni da 20 a 30).

La finezza o, meglio, le proporzioni granulometriche usate sono critiche, dal punto di vista delle caratteristiche fisiche del prodotto. Come è abbastanza intuitivo, finezze eccessive richiedono percentuali troppo elevate di materiali leganti. Particelle grosse riescono a far sopportare maggiori sollecitazioni termiche senza screpolature, ma non bastano da sole — proprio a causa della loro grossezza — a « riempire » in modo adeguato un certo volume. Si adottano, pertanto, proporzioni granulometriche, determinate in via del tutto empirica, in funzione della forma prodotta; e tali proporzioni debbono conciliare la resistenza alle sollecitazioni termiche (in generale, si tratta di una non meglio definita « resistenza strutturale ») con la densità apparente. Non si dimentichi, infine, che, quando si richiede una lavorazione assai precisa della massa finita, si debbono usare le particelle più piccole che sia possibile.

Dopo un breve *mescolamento* (Posizione 31), ad una temperatura nettamente superiore a quella del punto di fusione del legante, la pasta viene introdotta in una



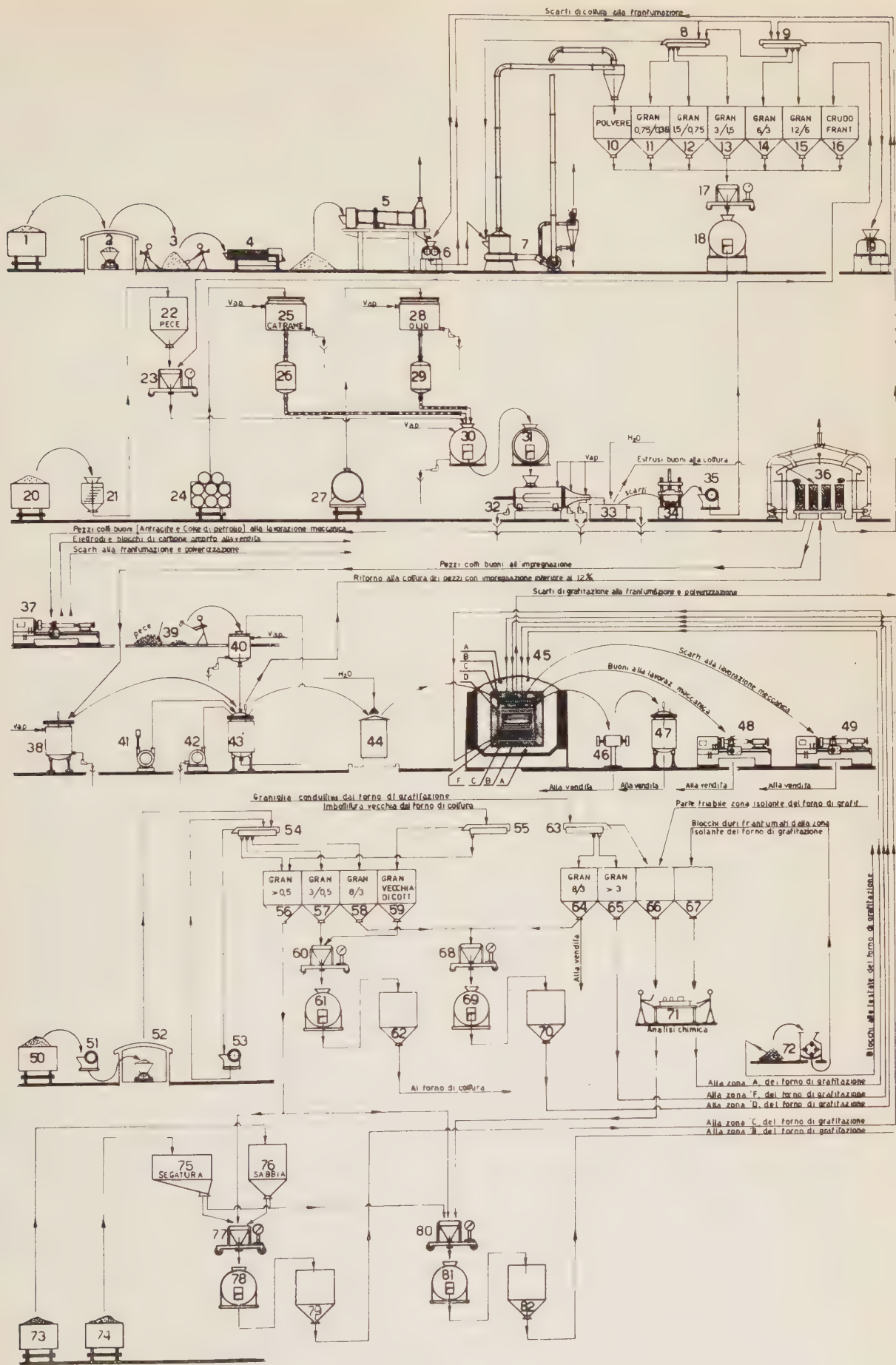


Fig. 2. — Flow sheet del processo di produzione di materiali di carbonio amorfo e grafite.



pressa idraulica ad estrusione (Posizione 32) o a stampaggio. Mescolamento e formazione sono necessariamente operazioni discontinue, ed i fenomeni di contatto fra carichi successivi possono dar luogo a facili fratture o, comunque, a debolezze strutturali. Si è riscontrato, ad esempio, che il residuo di un carico precedente forma la superficie più esterna del prodotto estruso, mentre il nuovo carico costituisce una specie di anima conica centrale. Il mescolamento, imperfetto dei due impasti continua per circa un terzo del prodotto. Si trova, allora, una spiegazione dei cosiddetti, abbastanza frequenti, « difetti di congiunzione », che si verificano nel prodotto normale, mettendo in evidenza cerchi più o meno grandi sulla sezione retta del materiale estruso.

Estrusione o stampaggio condizionano, in diversa misura, le caratteristiche fisiche del prodotto. Si è riscontrato, così, che nella grafite, in conseguenza dell'operazione di estrusione, i piani dei cristalli tendono ad essere orientati parallelamente alla direzione della estrusione stessa, mentre in un materiale formato per stampaggio l'orientamento dei piani cristallini è ortogonale alla direzione della pressione applicata. In altri termini, l'orientamento dei cristalli di grafite nel prodotto finale viene determinato dal processo di formazione ed il grado di orientamento dipende dalla geometria delle particelle di coke usato e dallo sforzo meccanico esercitato all'atto della formatura.

I pezzi di materiale « crudo », dopo una prima selezione, sono introdotti in forni di cottura (Posizione 36), i quali possono essere a combustione o elettrici.

Nella cottura si realizzano due effetti fondamentali. In primo luogo, l'aumento della temperatura produce la condensazione dei sistemi planari e l'accrescimento dei cristalli entro i grani del materiale carbonioso, secondo quanto è stato esposto in precedenza. In secondo luogo, si verifica una distillazione distruttiva delle sostanze leganti e lubrificanti. In particolare, il catrame o la pece legante si riscalda, rammolisce e fonde entro la massa; alla fine, le frazioni più leggere volatilizzano e rimane un residuo carbonioso, che forma una specie di pellicola sopra i diversi granelli, dei quali evita la soluzione di continuità. È questo residuo che dà resistenza meccanica e conduttività alla massa globale.

La temperatura massima del processo di cottura è dipendente dall'uso successivo del materiale trattato. Così, nel caso in cui i pezzi debbano essere utilizzati come « elettrodi di carbone amorfo », si arriva anche a  $1\ 350 \div 1\ 400\ ^\circ\text{C}$ . Nel caso, invece, in cui i pezzi debbano essere successivamente introdotti nel forno elettrico di grafitazione, basta che la temperatura sia stata tale da aver comportato la più completa distillazione e cokizzazione dei materiali leganti:  $700 \div 800\ ^\circ\text{C}$  sarebbero, quindi, più che sufficienti. Ciò non toglie, tuttavia, che una tale temperatura possa essere, per esclusiva comodità di condotta dei forni, sostanzialmente maggiore.

La variazione della temperatura col tempo, prescritta per l'operazione di cottura, è criticissima. In alcuni intervalli si arriva ad assegnare incrementi rigorosi di  $0,2\ ^\circ\text{C/ora}$  e le ragioni fondamentali risiedono sostanzialmente nel fatto che:

a) incrementi troppo rapidi danno luogo a sforzi termici nella massa, con inevitabili, vistose fratture;

b) le condizioni di distillazione, le percentuali di pece cokizzata e, persino, la specie del residuo carbonioso che sostiene e collega i singoli granelli, dipendono strettamente dagli incrementi assegnati per i diversi intervalli di temperatura.

I materiali di carbone amorfo, qualora si sia partiti da convenienti materie prime, sono ormai pronti e possono essere senz'altro immagazzinati per la vendita previa cernita e lavorazione meccanica finale (Posizione 37).

I pezzi destinati ad essere grafitati, vengono, invece, a questo punto, generalmente impregnati con pece di

convenienti caratteristiche al fine di aumentare la densità del prodotto e migliorare le proprietà intrinseche.

La resistenza meccanica del materiale viene, senz'altro, accresciuta in maniera cospicua per mezzo di una impregnazione con pece, la quale cokizza ad opera di una nuova cottura e grafitizza il suo coke entro le porosità originarie del pezzo impregnato, durante il processo finale di grafitazione (Posizione da 38 a 43). Resine o metalli impregnanti possono contribuire, in casi speciali, a rendere un pezzo impermeabile. Le resine, di per se stesse, possiedono una buona resistenza chimica e sono usate là dove i metalli impregnanti reagirebbero.

Il forno di grafitazione è elettrico del tipo Acheson, nel quale i pezzi in cottura vengono a formare la resistenza stessa, essendo evitata ogni soluzione di continuità per mezzo della interposizione di una graniglia di coke metallurgico fra un pezzo e l'altro (Posizione 45). La fig. 3 ci dà un'idea di questo tipo di forno.

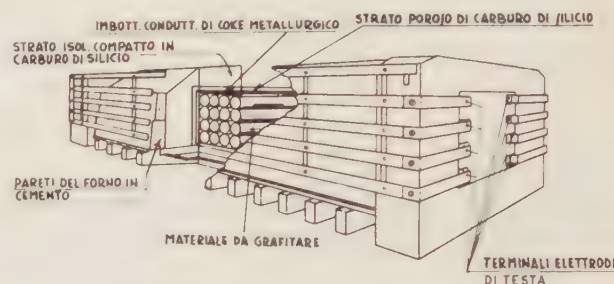


Fig. 3. — Rappresentazione di un forno di grafitazione Acheson.

Alle operazioni di cottura e di grafitazione, rispettivamente per i pezzi di carbone amorfo e di elettrografite, seguono eventuali operazioni di rifinitura meccanica (Posizione 48 e 49). Questa può comprendere la tornitura delle teste, la preparazione di filettature per il collegamento, la piallatura ecc. Nessuna difficoltà esiste per le macchine e per gli utensili.

I materiali carboniosi, ed in particolare la grafite, ottenuti secondo questo diagramma di lavorazione possono servire, eventualmente dopo aver subito ulteriori trattamenti, ai più svariati impieghi. Oltre a quelli precedentemente contemplati, interessanti il campo dell'industria elettrochimica ed elettrotermica i materiali carboniosi vengono impiegati nell'industria elettrica (spazzole, contatti), nell'industria meccanica, in relazione principalmente alle proprietà lubrificanti ed autolubrificanti della grafite e nell'industria chimica come materiale strutturale per impianti.

Oltre che ad essere infatti, un refrattario di altissimo pregio, limitatamente però ad un impiego in ambiente riducente, la grafite è uno dei materiali che presenta la più spiccata inerzia chimica nei confronti di quasi tutti gli altri elementi o composti. Tale caratteristica associata al fatto che la sua conducibilità termica è dello stesso ordine di grandezza di quella dei metalli ed in relazione alle sue proprietà meccaniche, che sono paragonabili a quelle di un ottimo calcestruzzo e che, per di più, si mantengono inalterate, anzi migliorano, coll'elevarsi della temperatura fino a  $2\ 500\ ^\circ\text{C}$ , permettono all'ingegnere chimico di far ricorso a tale materiale nella soluzione di innumerevoli e difficili casi realizzando con essa, scambiatori di calore, reattori, torri di lavaggio, condotte, valvole, pompe ecc.

Le caratteristiche proprie di una normale elettrografite non sono, però, in generale, sufficienti a soddisfare il suo impiego nel campo dell'ingegneria nucleare per cui, come verrà illustrato tra breve, al diagramma di produzione, devono essere apportate alcune modifiche.



APPLICAZIONI ALL'INGEGNERIA NUCLEARE - GRAFITE NUCLEARE.

Il carbonio elementare viene utilizzato, con considerevole successo, nella costruzione dei reattori nucleari sia in qualità di moderatore che di riflettore, in virtù del suo basso peso atomico, della sua bassa sezione di assorbimento dei neutroni e della sua alta sezione di scattering.

Una delle più gravi difficoltà connesse con il suo uso negli impianti nucleari è rappresentata dalla notevole variazione nelle sue caratteristiche fisiche come risultato dell'irraggiamento neutronico.

Le difficoltà d'impiego della grafite in condizione di intensa radiazione furono, per la prima volta, messe in evidenza da Wigner fin dalle prime fasi dello sviluppo dei programmi dell'energia atomica e ricerche a questo proposito vennero compiute, ancora durante il periodo bellico, al Metallurgical Laboratory di Chicago e continuata ai laboratori delle Argonne, Hanford, Battelle, Knolls e North American Aviation. Purtroppo i risultati di queste ricerche, come pure quelli ottenuti parallelamente dagli scienziati inglesi, rimasero segreti fino al settembre del 1955 quando vennero resi noti alla 1<sup>a</sup> Conferenza di Ginevra.

Le conseguenze della subita irradiazione, indicata in maniera globale col termine di « *radiation damage* », si manifestano come modificazione delle proprietà del materiale, con particolare riguardo a quelle meccaniche, alla stabilità dimensionale, alla conducibilità termica ed elettrica e sono legate alle modificazioni subite dal reticolo cristallino.

Come risultato dell'irradiazione la resistenza meccanica della grafite aumenta, fino al raggiungimento di un valore 3 volte maggiore di quello originale, per poi decrescere lentamente; in maniera simile si comporta il modulo di Young ed il materiale perde completamente la lavorabilità all'utensile.

La modificazione della cella elementare si traduce in pratica in una variazione di volume del manufatto la cui entità ed orientamento sono strettamente dipendenti dalle modalità di fabbricazione e dall'orientamento preferenziale dell'asse « C » dei cristalliti.

In questa direzione si possono raggiungere, per opportuni irraggiamenti, dilatazioni lineari dell'ordine dello 0,1 %.

La conducibilità termica, caratteristica fondamentale attraverso la quale è garantita la trasmissione del calore prodotto nel reattore al fluido termoconvettore, viene fortemente depressa dall'irraggiamento e può raggiungere valori anche 50 volte più bassi di quello iniziale. Tale fenomeno deve essere sempre attentamente considerato dall'ingegnere progettista che deve assicurarsi che, in ogni caso, nessuna parte del reattore superi determinati valori della temperatura.

Ancora più vistose, dal punto di vista pratico, sono le conseguenze derivanti dall'immagazzinamento di energia da parte della grafite. Questa può essere molto grande e può raggiungere, dopo convenienti dosi di irradiazione, le 6 kcal/mole, cioè un valore corrispondente a circa il 4 % del calore di sublimazione. Questa energia può essere « *rilasciata* » per riscaldamento; la quantità di energia rilasciata per l'aumento di temperatura di 1 °C, varia e con la temperatura e con la dose di radiazione assorbita dal materiale. È assai interessante notare che, in certe condizioni, tale valore supera quello del calore specifico della grafite per cui il materiale si comporta, in ristretti campi di temperatura, *come se possedesse calore specifico negativo*. Ad un improvviso ed incontrollato « *rilascio* » di energia assorbita è da attribuirsi il notissimo incidente occorso a Windscale nell'autunno del 1957 le cui conseguenze sono state, tra l'altro, la inutilizzazione definitiva di un reattore.

La grafite per uso nucleare, però, non deve rispondere

solamente a *requisiti fisico meccanici*; si devono infatti escludere nella maniera più rigorosa dal core del reattore tutti quegli elementi che, dotati di una non trascurabile sezione di assorbimento per i neutroni, verrebbero a diminuire il rendimento della reazione a catena. A queste esigenze una normale elettrografite non risponde in genere mai; così, ad esempio, le impurezze presenti, assai basse in senso assoluto (le ceneri registrabili vanno di solito dallo 0,1 allo 0,8 %), rendono ciononpertanto il materiale affatto inadatto ad usi nucleari. In particolare, la presenza di certi elementi, anche in piccole tracce, esplica una azione deleteria sui valori della sezione di cattura. Il boro, dato il suo elevato potere assorbente nei confronti dei neutroni, la sua estrema diffusione in natura e la sua capacità di dare con il carbonio composti altamente refrattari e stabili alle altissime temperature, è, senz'altro, l'impurezza più pericolosa. Un contenuto di 2 p.p.m. rende già una grafite inutilizzabile nel reattore. Altri elementi particolarmente nocivi sono, ad esempio, il vanadio, il titanio, le terre rare, l'azoto e il cloro. *La necessità di conseguire purezze così spinte ha creato dei problemi tecnici del tutto nuovi sia riguardo il tipo delle materie prime che il processo di produzione e i metodi di controllo.*

Poichè, grosso modo, la quantità di grafite usata in un reattore si aggira almeno sul decuplo del peso del combustibile, risulta chiara la preponderante importanza della sua purezza agli effetti del mantenimento di valori ammissibili del fattore di riproduzione.

È opportuno far notare che fra le caratteristiche che si richiedono ad una grafite nucleare quella che ha valore determinante per il suo impiego, è indubbiamente la sezione globale d'assorbimento. I maggiori sforzi dei ricercatori nell'ultimo decennio si sono rivolti infatti verso l'ottenimento di grafiti a purezza sempre crescente, in modo da ottenere materiali caratterizzati da una  $(\sigma_a^*)_c$  sempre più prossima al valore limite, proprio del carbonio, di 3,2 mb. Il problema è gravemente complicato dal fatto che alcuni elementi presenti come impurezze nella grafite, hanno sezioni di assorbimento così alte che la loro eliminazione deve essere spinta fino al limite delle frazioni di parti per milione. Gli elementi più dannosi sotto questo aspetto sono, come già accennato, il boro e le terre rare; circa l'entità del danno provocato da essi, rimandiamo all'esame della fig. 4 in cui sono rappresentati i fattori di avvelenamento dei primi 83 elementi del sistema periodico <sup>(1)</sup>.

Il processo di fabbricazione della grafite nucleare non differisce sostanzialmente da quello già descritto per l'elettrografite; *le modifiche e le aggiunte*, sulle quali ci soffermeremo più ampiamente, *sono sostanzialmente quelle dettate dalla necessità di ottenere materiali aventi requisiti di purezza eccezionali*. Particolare cura deve essere posta nella scelta delle materie prime; sotto questo aspetto, il coke di petrolio è il materiale universalmente usato dato il suo basso contenuto in ceneri.

I principali metodi utilizzati o proposti per l'ottenimento di un prodotto particolarmente puro sono quelli che si valgono della *volatilità ad alta temperatura degli elementi costituenti le impurezze, oppure che si basano sulla trasformazione delle medesime in composti volatili* e quindi facilmente eliminabili. In base al primo processo sono state prodotte le grafiti usate nei primi reattori nucleari; il grado di purezza raggiunto non è molto elevato e certamente non risponde appieno ai requisiti richiesti per i moderni impianti. Di conseguenza sono state successivamente sviluppate tecniche basate principalmente sul secondo procedimento, allo scopo di raggiungere più alti livelli di purezza e, parallelamente, migliori requisiti fisico-meccanici.

(1) Per la definizione di « *fattore di avvelenamento* » e «  $(\sigma_a^*)_c$  » cfr.: P. M. STOCCHI, S. NOÈ, P. REBORA: *L'analisi chimica nel controllo di qualità della grafite nucleare*. « *Energia Nucleare* » 5, 815 (1958).



Il processo normale di grafitazione, spinto fino al raggiungimento di temperature di 3 000 °C, comporta, di per se stesso, la eliminazione di molte delle impurità presenti nelle materie prime, come silicio, calcio, magnesio ecc. Certe altre, però, più refrattarie e che formano dei carburi stabili alle alte temperature, non vengono allontanate che più difficilmente. Per esempio, il boro dà luogo ad un carburo che fonde a 2 250 °C, ma che non bolle che a 3 500 °C, e, ciò che è peggio, forma delle so-

Il diagramma di produzione secondo questo processo è molto simile a quello precedentemente illustrato per la elettrografite.

Attualmente, con l'introduzione dei metodi di purificazione alogenante, si sono potute raggiungere produzioni di grafite a grado di purezza ben maggiore e ciò, salvo casi particolari, indipendentemente dal grado di inquinamento delle materie prime. Alla base di questi procedimenti sta la possibilità di trasformare le impu-



Fig. 4. — Fattori di avvelenamento per i primi 83 elementi del sistema periodico.

luzioni solide estremamente stabili con la struttura grafica. Il vanadio, a sua volta, produce un carburo che non fonde se non oltre i 2 800 °C.

Per molti anni si ottennero in pratica prodotti di accettabile purezza elevando semplicemente la temperatura di grafitazione sino a 3 000 °C ed oltre e mantenendola per tempi variabili tra le 15 e le 50 h. Il prodotto così ottenuto è, ancor oggi, preso come termine di riferimento per la valutazione diretta delle doti di prestazione di una grafite nucleare.

La grafite AGOT, fabbricata dalla National Carbon Company su commessa della US Atomic Energy Commission, è stata una delle prime grafite prodotte espressamente per scopi nucleari, con questo metodo. Il contenuto in ceneri che si raggiunge normalmente con questo tipo di processo si aggira sulle 300-800 p.p.m. e dipende considerevolmente dalla purezza dei materiali di partenza. Ad esso corrisponde una sezione globale di assorbimento, riferita all'atomo di carbonio, compresa tra i 4,5 e i 5 mb. Questo processo presenta il grave svantaggio di fornire un prodotto la cui purezza è fortemente influenzata dal contenuto in impurezze delle materie prime. In pratica l'ottenimento di grafite a purezza accettabile dal punto di vista dell'utilizzazione in reattori è condizionato dalla scelta di cokes di eccezionali requisiti.

rezze, per azione di opportuni reattivi, in composti alogenati volatili.

La continua richiesta di materiali ed i limiti propri del processo di purificazione ad alta temperatura, fecero considerare la possibilità di ricorrere all'azione degli agenti chimici per abbassare nel prodotto il contenuto degli elementi dannosi. Sostanze particolarmente adatte allo scopo si sono dimostrati gli alogeni — e fra essi, in particolare, fluoro e cloro — in virtù della loro grande reattività nei confronti di tutti gli elementi costituenti le impurezze nella grafite unita all'inerzia nei confronti del carbonio almeno alle alte temperature. Il procedimento di purificazione, basato sull'alogenazione ad alta temperatura, già in uso da lungo tempo, su scala di laboratorio, nella produzione di elettrodi di grafite per spettroscopia, venne di conseguenza modificato e trasferito su scala industriale.

La necessità di allontanare gli alogenuri formati nell'interno del pezzo, ed il fatto che è da evitare una reazione tra fluoro e carbonio, trascurabile solo per temperature superiori a 1 800 °C, impone una temperatura d'operazione assai elevata che, in pratica, si aggira sui 2 500 °C ed oltre.

La purificazione con alogeni può essere effettuata sia sul prodotto già grafitato che sul cotto durante la fase



di grafitazione. Le due alternative sono oggetto di procedimenti noti come « processo F » e « processo G B F » rispettivamente.

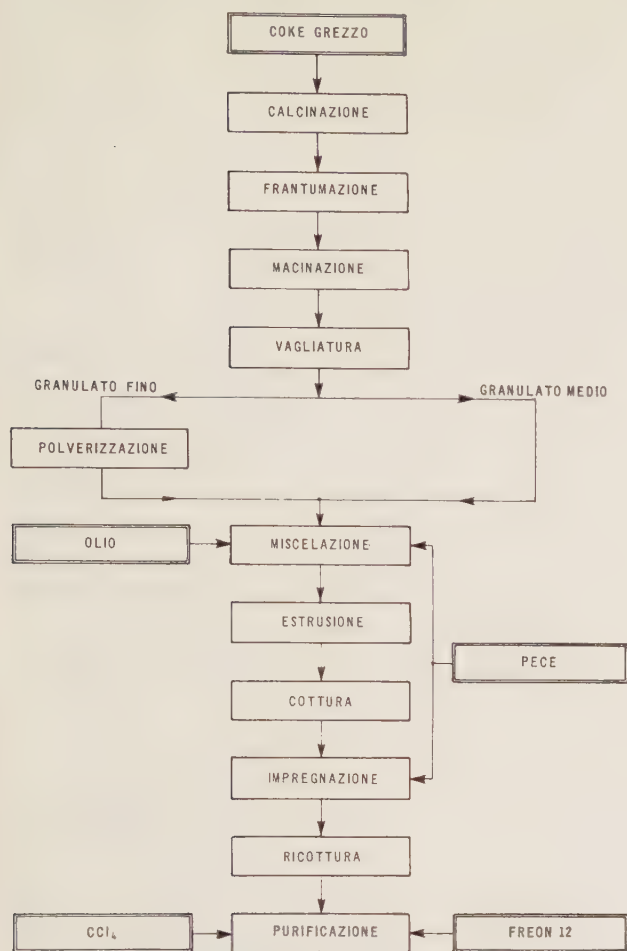


Fig. 5. — Diagramma di produzione di materiale carbonioso GBF.

Nel « processo F » le barre già grafitate vengono introdotte in un forno del tipo Acheson, più piccolo degli usuali ed opportunamente modificato, e riscaldate fino a 1 900 °C in presenza di cloro; la temperatura viene poi elevata fino a 2 400 °C e successivamente riabbassata a 2 000 °C in presenza di gas fluoro proveniente da pirolisi di diclorodifluorometano ed infine, in corrente d'azoto, l'intera massa viene raffreddata fino alla temperatura ambiente.

Gli stadi di lavorazione di un materiale carbonioso GBF fino all'impregnazione con pece sono sostanzialmente quelli standard già descritti per una normale elettrografite (vedi diagramma di produzione in fig. 5). Dopo questa operazione il prodotto viene ricotto a temperature intorno ai 1 000 °C ed inviato ad un forno a grafitazione purificante dello stesso tipo di quello usato nell'ultima fase del processo F, ed operante in condizioni del tutto simili. La temperatura di trattamento raggiunge anche qui i 2 400÷2 500 °C, le quantità di reagenti per kg di prodotto sono invece superiori, dato il più alto contenuto in ceneri del carbone amorfo rispetto alla grafite. Gli agenti alogenanti sono tetracloruro di carbonio e cloro fino alla temperatura di 2 000 °C, Freon a temperature più alte.

Il materiale ottenuto con questo processo, deliberatamente non completamente grafitizzato, possiede anche il vantaggio di essere *meno suscettibile* al « radiation damage » in relazione alla sua meno spiccata anisotropia strutturale.

Le potenzialità dei forni industriali si aggirano sulle 3 t; il ciclo operativo complessivo è lo stesso già descritto per il processo F; durante il raffreddamento la fornace viene mantenuta in atmosfera di azoto o altro gas inerte. La disposizione delle barre è in genere su doppio strato, con tubi di adduzione dei gas disposti sotto ogni coppia.

Il tipo di forno utilizzato industrialmente per l'alogenazione è quello a resistenza granulare derivato dal classico forno Acheson, al quale sono state apportate alcune modifiche atte ad assicurarne il funzionamento in atmosfera controllata ed a garantire il grado di purezza che si desidera nel prodotto trattato.

Nel forno Acheson infatti la carica, costituita dai pezzi

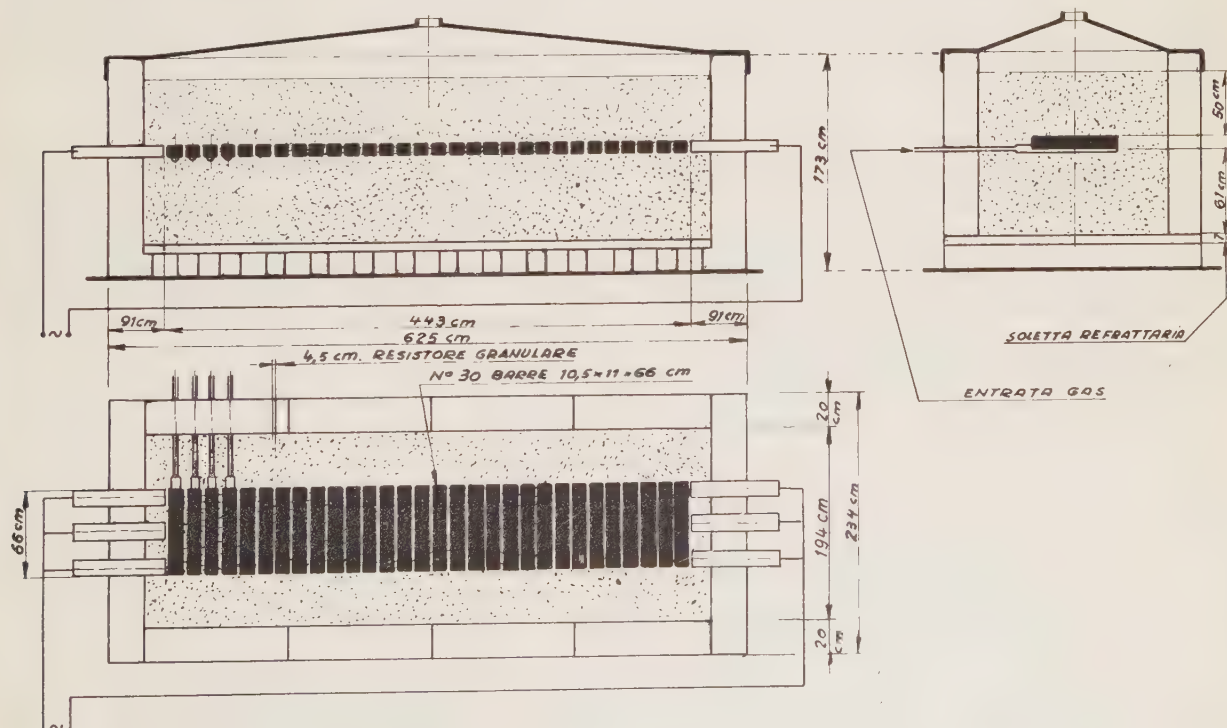


Fig. 6. — Schema di un forno alogenante.

Potenzialità: 0,4 t prodotto; temperatura max 2400 °C; energia impiegata per operazione: 5000 kWh. Quote in cm.



da grafitare distanziati da coke metallurgico di opportuna granulometria, viene circondata da una miscela di sabbia o carburo di silicio e carbone allo scopo di garantire l'isolamento termico e costringere la corrente a passare attraverso di essa. Nella purificazione alogenante, invece, la presenza degli alogeni e la necessità di evitare contaminazioni costringono ad eliminare dal forno tutto il materiale non carbonioso; inoltre, sia per il materiale resistente che per quello di rivestimento si richiedono particolari requisiti di purezza che sono in pratica soddisfatti solamente dal coke di petrolio. In questo modo però sorge il problema di evitare le eccessive dispersioni di corrente attraverso il materiale di rivestimento — che ora presenta una conducibilità paragonabile con quella della carica — le quali impedirebbero il raggiungimento della temperatura richiesta nel cuore del forno. Questo inconveniente viene eliminato impiegando, come resistore fra le barre, coke di petrolio parzialmente grafitato ed elevando la resistenza del coke costituente il rivestimento adottando la massima granulometria possibile. D'altra parte, però, quest'ultimo provvedimento è limitato dalla necessità di mantenere l'isolamento termico a valori sufficientemente elevati e di garantire la tenuta ai gas. Riportiamo in figg. 6 e 7 lo schema di un forno

alogenante raggiunge limiti inferiori a 5 e 0,1 p.p.m. rispettivamente (vedi tab. II).

TABELLA II. — Confronto tra le caratteristiche di purezza di grafite «AGOT» ed «F».

a) Grafite AGOT — Contenuto di impurezze durante il processo di fabbricazione in p.p.m.

Materiale	Ceneri	B	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
Coke Kendall calc. .	3140	0,24	42	81	1952	284
Pece 1 . . . . .	1200	0,97	9	44	571	98
Carbone dopo cottura	3560	0,32	30	48	1058	70
Grafite N 1 . . . . .	373	0,48	14	21	25	212
Coke Gulf Cleves calc.	6480	0,31	48	145	1287	308
Pece 2 . . . . .	1130	1,02	12	74	601	98
Carbone dopo cottura	6200	0,30	107	30	729	70
Grafite N 2 . . . . .	481	0,56	48	34	15	247
Coke Vhitiny calc. .	9600	0,58	360	97	1372	1140
Pece 3 . . . . .	1170	0,98	9	37	286	112
Carbone dopo cottura	7855	0,54	502	27	722	1177
Grafite N 3 . . . . .	840	0,66	254	20	17	363

b) Grafite purificata col processo F — Contenuto in impurezze in p.p.m.

Campione	Ceneri	B
1	4	0,06
2	3	0,03
3	3	0,05

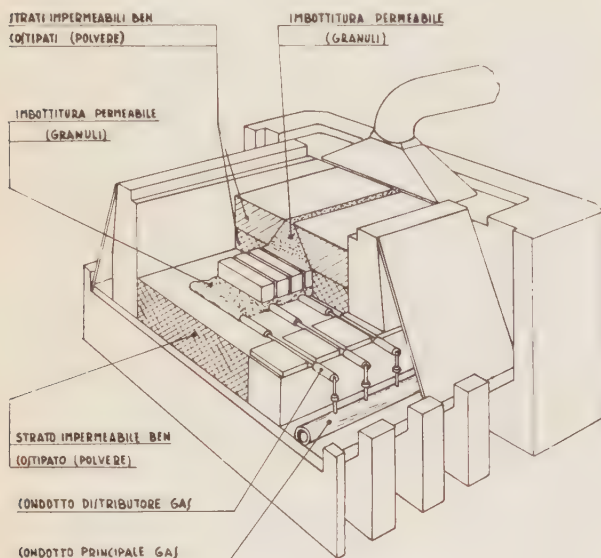


Fig. 7. — Sezione prospettica di un forno alogenante.

di alogenazione utilizzato su scala industriale, per la produzione di grafite nucleare di elevata purezza.

Rispetto ai risultati ottenuti con il processo ad alta temperatura descritto in precedenza, il procedimento di alogenazione raggiunge, nelle migliori realizzazioni, purezze incomparabilmente maggiori. Per citare qualche cifra, porteremo l'esempio della grafite KS, che prodotta col processo AGOT contiene ceneri e boro in quantità di 373 e 0,48 p.p.m. mentre sottoposta a trattamento

È conveniente, da ultimo, notare che, in relazione al processo di produzione, devono venire studiati e messi a punto adeguati metodi di controllo di qualità del prodotto.

Fra le proprietà fondamentali di una grafite ideale, quella che viene maggiormente alterata in seguito ai processi di fabbricazione è indubbiamente la sezione di assorbimento in relazione alle diverse impurezze, introdotte durante le fasi della lavorazione e tramite le materie prime.

È chiaro, quindi, che il controllo della sezione di assorbimento della grafite, che può essere eseguito per via chimica, o, meglio, mediante una diretta prova di reattività, ha un'importanza preminente di fronte a quello di tutte le altre sue caratteristiche che pure contribuiscono direttamente a definire il pregio del materiale e la rispondenza del materiale a questo riguardo costituisce una condizione necessaria, se pure non sufficiente, al suo impiego.

Manoscritto pervenuto il 7 gennaio 1959.



# LA TENSIONE DI RISTABILIMENTO ALL'APERTURA DI UN CIRCUITO

G. FAGGIANO (\*)

Si mette in evidenza come la conoscenza dell'andamento della « tensione di ristabilimento propria di un circuito » sia necessaria oltre che durante le prove per la verifica del potere d'interruzione, anche, e specialmente, in sede di studio degli apparecchi.

Si ricorda, in modo particolare, un metodo che consente di determinare in modo semplice ed economico l'andamento della tensione di ristabilimento.

I risultati ottenuti sono verificati mediante confronto con rilievi eseguiti durante prove d'interruzione.

1. È oramai generalmente riconosciuto che, per un appropriato impiego degli interruttori, è necessario conoscere l'andamento della « tensione di ristabilimento propria del circuito » (1) nel punto di applicazione dell'apparecchio, nelle diverse condizioni di funzionamento che possono verificarsi in esercizio.

— da parte dei costruttori, si è cercato di definire l'idoneità dell'apparecchio all'applicazione negli impianti sia eseguendo prove con diversi andamenti della tensione di ristabilimento, sia variando le condizioni del circuito di prova [1] in modo da riprodurre in Laboratorio le condizioni di funzionamento del punto d'installazione anche nei riguardi della tensione di ristabilimento.

2. In un impianto per prove d'interruttori, la conoscenza della « tensione di ristabilimento propria del circuito », necessaria, in sede di verifica del potere d'interruzione, per definire in modo univoco le condizioni di prova, risulta molto utile anche durante prove di sviluppo. Come si è già avuto occasione di ricordare, è infatti oggi pratica normale, studiare il comportamento dell'apparecchio in funzione dell'andamento della « tensione di ristabilimento propria del circuito ». Nella fig. 1

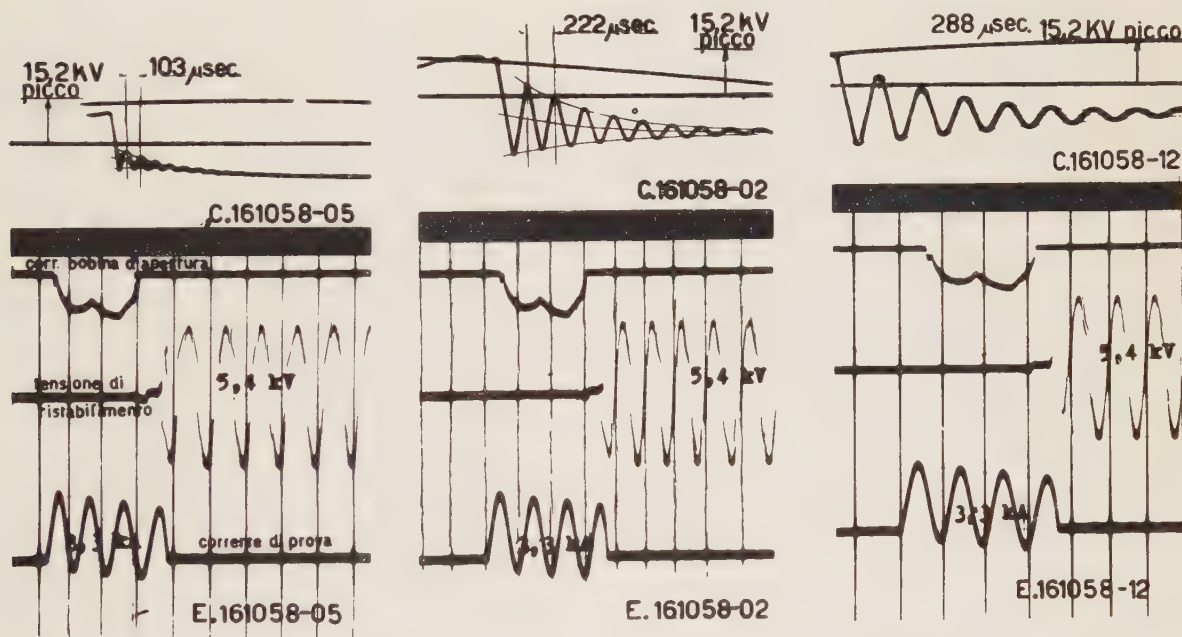


Fig. 1. — Prove monofasi eseguite su un interruttore in aria (a soffio magnetico) alle condizioni:

Tensione di ritorno: 5,4 kV; corrente interrotta: 3,3 kA (componente simmetrica); fattore di potenza: 0,15; frequenza propria del circuito: 10; 4,5 e 3,5 kHz, rispettivamente per le tre prove.

E 161058-05, 02, 12 oscillogrammi elettromagnetici;

C 161058-05, 02, 12 oscillogrammi catodici della tensione di ristabilimento.

L'interesse destato dall'argomento è dimostrato dai numerosi lavori comparsi nella letteratura tecnica:

— negli impianti, si è cercato di definire l'andamento della tensione di ristabilimento con rilievi diretti, con il calcolo e con l'ausilio di modelli di reti;

(\*) Dr. ing. G. FAGGIANO, Capo del Laboratorio Prove di Corto Circuito della Magrini S.p.A., Bergamo.

(1) Definita come quella che si avrebbe ai capi di un interruttore ideale, installato nel punto, il quale con il suo modo di funzionare non apportasse alcuna modifica alle condizioni del circuito.

è riportata una serie di oscillogrammi relativi a prove d'interruzione eseguite su un interruttore in aria (a soffiamento magnetico) per media tensione. Le condizioni di prova, nelle approssimazioni conseguibili in questo tipo di misura, sono per tutte le prove identiche per quello che riguarda la tensione di alimentazione, il fattore di potenza, la corrente di prova (componente simmetrica), l'istante d'inizio della corrente (con riferimento alla fase della tensione di alimentazione) e il tempo di intervento dell'apparecchio (dall'istante d'inizio della



corrente all'istante in cui si ha l'apertura dei contatti); differiscono per l'andamento della tensione di ristabilimento propria del circuito. Come risulta anche dall'esame dei rilievi eseguiti all'oscillografo a raggi catodici, la verifica riveste in questo caso particolare importanza in quanto il principio di funzionamento dell'apparecchio (notevole allungamento ed energico raffreddamento dell'arco) comporta elevate tensioni d'arco e sensibile conduttività dello spazio interposto tra i contatti aperti, negli istanti che seguono l'annullamento della corrente: l'andamento della tensione di ristabilimento risulta una funzione complessa delle condizioni di prova.

La possibilità di confrontare l'andamento della tensione di ristabilimento rilevata durante una prova d'interruzione con quello della « tensione di ristabilimento propria del circuito », sia nelle condizioni in cui si è eseguita la prova, sia in condizioni del circuito appositamente modificate <sup>(2)</sup>, consente in generale di considerare separatamente le due cause (tensione d'arco e conduttività post-arco) che danno luogo al fenomeno e quindi di ottenere elementi di giudizio per dimensionare l'apparecchio e per definire quali condizioni di funzionamento risultino più gravose per l'apparecchio stesso. Quest'ultimo risultato appare particolarmente importante in quanto comporta una sensibile riduzione del numero delle prove necessarie per definire i limiti d'impiego dell'apparecchio e, in modo ancora più rilevante, del numero delle prove di sviluppo.

Nel caso opposto in cui l'apparecchio in studio non apporti, con il suo modo di funzionare, sensibili modifiche alle condizioni del circuito, la possibilità di sperimentare, variando in modo noto l'andamento della tensione di ristabilimento, non risulta di minore utilità.

Un esempio tipico è dato dall'interruttore ad aria compressa, il quale ha un funzionamento che si avvicina abbastanza bene a quello di un interruttore ideale. Ciò fa l'apparecchio tanto sensibile all'andamento della tensione di ristabilimento che praticamente il potere d'interruzione, definito nel modo consueto, può considerarsi funzione di tale andamento. Questa funzione, determinata variando i parametri che definiscono il comportamento dell'interruttore (lunghezza dell'arco, pressione e portata dell'aria compressa) consente di dedurre gli elementi necessari per il suo dimensionamento. Dato l'andamento dei fenomeni fisici che danno luogo alla deionizzazione dell'arco, è in generale sufficiente considerare l'andamento della tensione di ristabilimento nei primi istanti dopo l'estinzione dell'arco [2, 3] (in un intervallo di qualche centinaio di microsecondi) con il risultato di potere eseguire le prove con tensione e quindi con potenza ridotta.

Nell'appendice, per maggior chiarezza, sono riportate le condizioni di funzionamento di un interruttore ad aria compressa, munito di due camere in serie, che è stato appunto dimensionato con prove d'interruzione a potenza notevolmente ridotta.

3. Nel corso dei primi quattro anni di funzionamento del Laboratorio Prove di Corto Circuito, l'andamento della « tensione di ristabilimento propria dei circuiti » è stata determinata, nelle condizioni di prova in cui si è sperimentato, usando diversi metodi:

— mediante calcolo. Il metodo, che risulta di impiego relativamente semplice quando ci si contenti di una soluzione approssimata è molto utile per orientarsi circa le modifiche da apportare ai parametri dei circuiti per ottenere una particolare condizione di funzionamento. Nella fig. 2 è rappresentato l'andamento del fattore di am-

piezza  $K$  <sup>(3)</sup> della tensione di ristabilimento in funzione dei parametri del circuito, supposti costanti, supponendo, come indicato nello schema, che il circuito stesso sia a frequenza unica;

— mediante rilievo della tensione ai capi dell'apparecchio durante prove d'interruzione. Tale metodo (di uso corrente nelle stazioni di prova) consente di definire in modo semplice la « tensione di ristabilimento propria del circuito » soltanto nel caso in cui l'apparecchio in prova modifica poco le condizioni del circuito stesso;

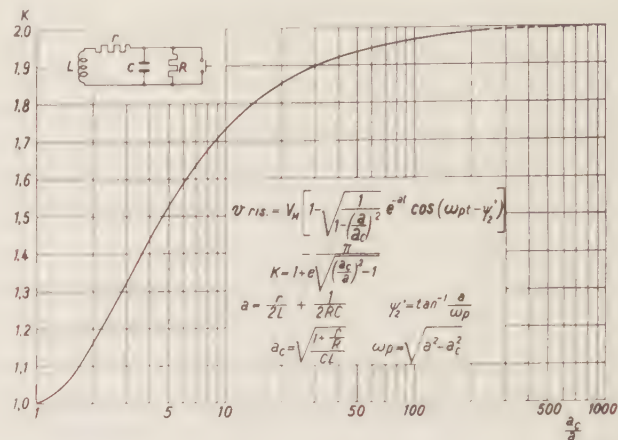


Fig. 2. — Il fattore di ampiezza « K » della tensione di ristabilimento in funzione dei parametri del circuito.

— mediante metodi cosiddetti « a iniezione » [5, 6, 7, 8], che utilizzano un artificio simile a quello che normalmente si impiega per calcolare l'andamento della tensione di ristabilimento [9]: una corrente di forma definita è introdotta nel circuito in studio nel punto d'interruzione e a macchine ferme, e si rileva la tensione ai capi dell'interruzione stessa. In generale il fenomeno può essere reso ricorrente, il che rende molto agevole lo studio e la registrazione del transitorio.

Questa condizione, insieme con quella di potere eseguire i rilievi a macchine ferme, rende il metodo particolarmente adatto all'applicazione in un impianto di prova per interruttori: l'andamento della tensione di ristabilimento può essere ottenuto, nelle numerosissime condizioni del circuito di prova, in modo rapido ed economico.

4. Tra questi ultimi metodi è risultato di più facile attuazione quello che consiste nell'immettere nel circuito che si desidera studiare, una semionda di corrente a frequenza industriale. Il circuito ausiliario, indicato schematicamente nella fig. 3, è costituito da una resistenza  $R$  e da un diodo ed è alimentato con tensione sinoidale a frequenza industriale. Nel circuito di prova (indicato per semplicità a frequenza unica, composto da  $L$  che rappresenta le induttanze in serie all'interruzione e da  $C$ , che rappresenta le capacità che risultano connesse in parallelo all'interruttore) la corrente avrà l'andamento di una semionda sinoidale. Nella fig. 4 è indicato in modo schematico l'andamento della corrente nei circuiti (ausiliario e in studio) e quello della tensione ai capi del punto d'interruzione: nei due istanti in cui la corrente presenta discontinuità, la tensione ai capi dell'interruzione assume l'andamento caratteristico della « tensione di ristabilimento propria del circuito ».

Per una completa discussione sulle condizioni da soddisfare per ottenere approssimazioni accettabili nella

<sup>(2)</sup> Ad esempio, inserendo in parallelo all'interruzione una resistenza di valore opportuno; si possono riprodurre in tal modo le condizioni di funzionamento corrispondenti ad una elevata conduttività post-arco.

<sup>(3)</sup> Definito, nel caso considerato, come il rapporto del valore di cresta della tensione di ristabilimento all'ampiezza della tensione di ritorno [4].



misura, si rimanda ai lavori citati; qui sembra sufficiente ricordare che in effetti la corrente nel circuito si discosta dall'andamento di una semionda sinoidale perchè:

— nella corrente è sempre presente una componente unidirezionale che decade con la costante di tempo del circuito (comprendente il circuito in studio e il circuito ausiliario);

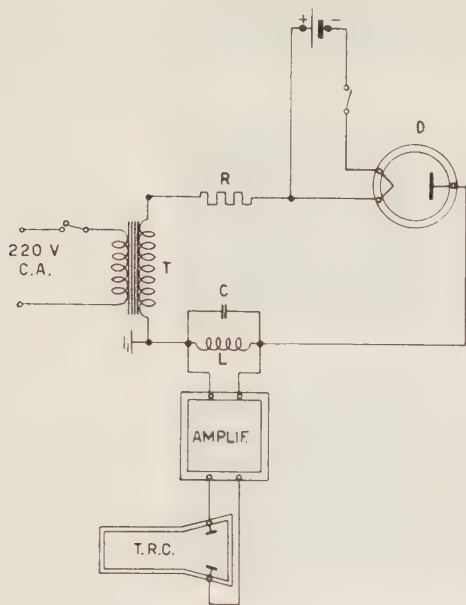


Fig. 3. — Schema del circuito ausiliario e dei circuiti di misura usati per il rilievo della tensione di ristabilimento.

— la resistenza del diodo varia in funzione del valore istantaneo della corrente.

Si possono ridurre gli errori conseguenti usando una resistenza antiinduttiva di valore elevato rispetto alla resistenza interna del diodo e rilevando la tensione in corrispondenza dell'annullamento della corrente laddove la sua componente transitoria può considerarsi estinta.

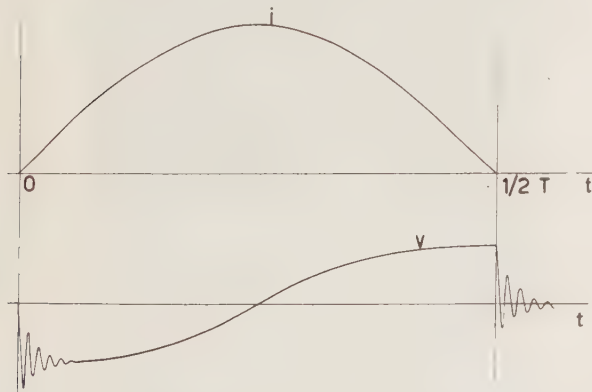


Fig. 4. — Andamento della corrente «  $i$  » ausiliaria e della tensione «  $V$  » ai capi del circuito in esame.

Sarà sufficiente poi verificare che la corrente abbia andamento sinoidale in prossimità dello zero e, nella maggior parte dei casi addirittura che essa abbia andamento lineare nel tempo, in tale intorno.

5. L'andamento della « tensione di ristabilimento propria del circuito » è stato rilevato per un grande numero di condizioni, corrispondenti ad altrettanti schemi di collegamento dell'impianto.

Data la grande varietà delle condizioni di prova è risultato conveniente lavorare con diverse condizioni del circuito ausiliario di alimentazione, usando ogni volta il tipo di diodo e i valori di  $R$  e della tensione di alimentazione più adatti per ottenere una corrente per quanto possibile sinoidale (nei pressi dello zero) e le migliori condizioni per la registrazione del transitorio.

Gli oscillogrammi riportati nella fig. 5 sono stati rilevati in corrispondenza a tre delle condizioni del circuito di prova utilizzate durante lo studio di un interruttore in aria (a soffio magnetico). L'oscillogramma 1a rappresenta l'andamento della « tensione di ristabilimento propria del circuito », nelle condizioni di prova cui si riferisce l'oscillogramma a) di fig. 1.

Gli oscillogrammi 1b e 1c rappresentano la tensione di ristabilimento dello stesso circuito nell'ipotesi che in parallelo all'interruzione sia connessa una resistenza ohmica di valore costante (indicato in ciascun oscillogramma). Analogamente gli oscillogrammi 2a, 2b, 2c e 3a, 3b, 3c sono stati rilevati, sempre con il metodo descritto, in corrispondenza alle condizioni di prova cui si riferiscono rispettivamente gli oscillogrammi b e c della fig. 1.

Nelle condizioni di prova in cui si è potuto rilevare direttamente l'andamento della tensione di ristabilimento (mediante prove di interruzione eseguite su apparecchi che modificavano poco le condizioni del circuito), il confronto tra questi rilievi e quelli eseguiti, a macchine ferme, con il metodo descritto hanno consentito di stabilire le approssimazioni conseguibili.

Nella fig. 6, per due diverse condizioni del circuito di prova, i rilievi eseguiti sono confrontati con quelli ottenuti (all'oscillografo a raggi catodici) durante prove d'interruzione di un apparecchio ad aria compressa.

Come si rileva anche dall'esame degli oscillogrammi riportati nella figura, il metodo ha consentito di ottenere l'andamento della « tensione di ristabilimento propria dei circuiti » con approssimazioni che possono considerarsi assolutamente sufficienti per gli scopi proposti.

#### CONCLUSIONI.

La possibilità di variare in modo noto l'andamento della « tensione di ristabilimento propria » del circuito di prova consente di ridurre il numero delle prove necessarie, sia durante la verifica del potere d'interruzione di un apparecchio, sia in fase di studio di un prototipo, e quindi di ottenere un notevole risparmio di tempo e di materiale.

Il metodo di rilievo usato è risultato particolarmente adatto in un impianto per prove d'interruzione perchè consente di rilevare la « tensione di ristabilimento propria dei circuiti » in modo semplice ed economico, pur con mezzi normalmente a disposizione di un laboratorio industriale.

Dalla verifica eseguita confrontando i risultati con l'andamento della tensione di ristabilimento rilevata durante prove d'interruzione è risultato che il metodo consente approssimazioni sufficienti agli scopi proposti.

#### APPENDICE

Nella fig. 7 è indicata schematicamente la disposizione più comunemente usata per interruttori ad aria compressa ad elevato potere di rottura. Delle due camere d'interruzione disposte in serie:

- la prima, dimensionata per la corrente corrispondente al potere d'interruzione dell'apparecchio, ha in parallelo una resistenza ohmica  $R$  di valore limitato (4);
- la seconda camera ha il compito d'interrompere definitivamente il circuito con in serie la resistenza  $R$ .

(4) E' tale che lo smorzamento «  $a$  » sia molto maggiore dello smorzamento critico «  $a_c$  » del circuito.



Verificato che la sequenza dell'apertura dei contatti delle due camere sia quella necessaria per ottenerne il

Nell'ipotesi che la tensione d'arco si conservi di valore trascurabile rispetto alla tensione di alimentazione,

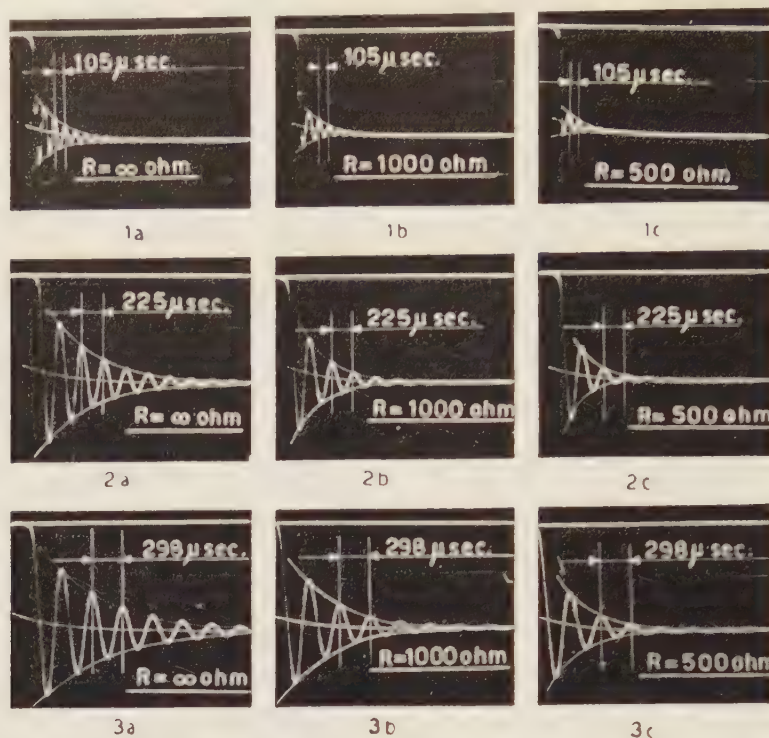
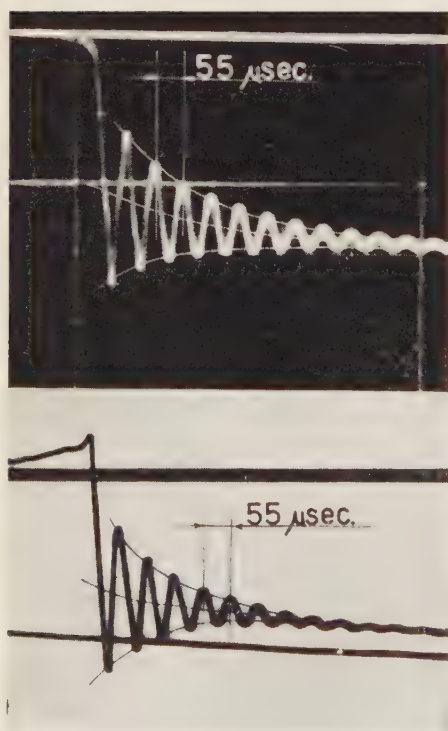
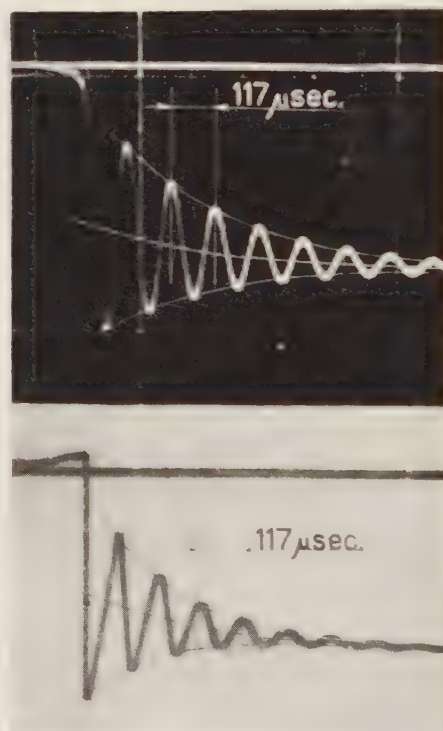


Fig. 5. — Tensione di ristabilimento propria del circuito rilevata nelle tre condizioni di prova di fig. 1. a) nelle condizioni di quelle prove; b), c) con il parallelo all'interruzione una resistenza rispettivamente di 1000 e 500 ohm.



a) alle condizioni di prova: tensione di ritorno: 11 kV; corrente simmetrica: 24 kA; fattore di potenza: 0,1.



b) nelle stesse condizioni di prova e con una capacità di 0,3 μF connessa in parallelo all'interruzione.

Fig. 6. — Andamento della tensione di ristabilimento rilevata mediante il metodo descritto (in alto) e direttamente durante prove d'interruzione.

funzionamento indipendente, esse possono essere studiate separatamente.

le condizioni di funzionamento più gravose per la prima camera si avranno in corrispondenza della massima cor-



rente di rottura dell'apparecchio e con corrente simmetrica. In tali condizioni e nell'ipotesi di fattore di potenza nullo (induttivo), la tensione di ristabilimento può essere espressa:

$$(1) \quad v_{ris} = V_M (1 - e^{-Rt/L}),$$

in funzione del valore massimo della tensione di ritorno e dei parametri del circuito.

Tale andamento è rappresentato nella fig. 8 in funzione del tempo espresso come multiplo della costante di tempo del transitorio.

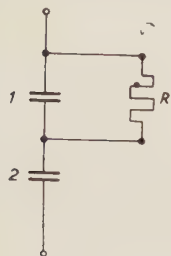


Fig. 7. — Rappresentazione schematica dell'interruttore ad aria compressa studiato.

Nell'ipotesi di potere considerare l'andamento della tensione di ristabilimento soltanto nei primi istanti dopo l'estinzione dell'arco, il dimensionamento della camera può essere eseguito mediante prove a tensione ridotta e variando l'impedenza connessa in parallelo all'interruttore (ad esempio con gli andamenti rappresentati dalle curve *b*, *c* e *d*).

Per la seconda camera, le condizioni di funzionamento più gravose non possono in generale essere determinate a priori. A causa della resistenza *R* inserita nel circuito, in funzione del valore della potenza che l'interruttore è chiamato a interrompere, variano la corrente d'interruzione della seconda camera ed il fattore di potenza corrispondente.

Se si trascurano i valori più bassi della corrente <sup>(5)</sup>, dato l'intervallo di tempo necessariamente esistente tra la manovra delle due camere in serie, all'apertura dei contatti della seconda interruzione la corrente si può supporre simmetrica. Le condizioni di funzionamento possono allora essere definite in modo univoco in funzione del fattore di potenza del circuito dando il valore di corrente (efficace):

$$(2) \quad I = \frac{V}{\sqrt{3} R} \cos \varphi;$$

dove *V* è il valore efficace della tensione di ritorno, e l'andamento della tensione di ristabilimento:

$$(3) \quad v_{ris} = 1,5 \frac{V_M}{\sqrt{3}} \sin \varphi \left[ 1 - \sqrt{\frac{I}{I - \left(\frac{a}{a_c}\right)^2}} \cdot e^{-at} \cos(\omega_p t - \psi'_2) \right],$$

<sup>(5)</sup> Che possono essere in generale esaminati mediante prove alla tensione nominale dell'apparecchio.

dove i simboli hanno il significato indicato nella fig. 2.

Dall'esame della (3), nell'ipotesi che sia sufficiente considerare l'andamento della tensione di ristabilimento nei primi istanti dopo l'annullamento della corrente, si rileva la possibilità di dimensionare anche la seconda camera mediante prove a tensione ridotta e quindi con

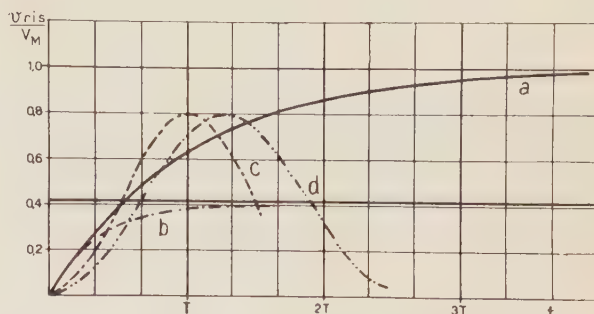


Fig. 8. — Andamento della tensione di ristabilimento all'interruzione di un circuito alimentato in corrente alternata, con corrente simmetrica e con fattore di potenza nullo induttivo.

a) con resistenza «*R*» in parallelo all'interruzione;  
b) con resistenza «*R*» in parallelo e con tensione di alimentazione ridotta;  
c) e d) senza resistenza in parallelo all'interruzione, con tensione di alimentazione ridotta, nell'ipotesi di fattore di ampiezza eguale a 1,8 e con due diversi valori della frequenza propria del circuito (supposto a frequenza unica).

potenza ridotta rispetto al potere di interruzione dell'apparecchio in prova.

Manoscritto pervenuto il 15 maggio 1959.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] A. HOCHRAINER: *A Proposal for the Establishment of an equivalent Restriking Voltage for Circuit Breaker (four Parameter Method)*. - «CIGRE 1958», n. 151; Appendix II.
- [2] A. ALLAN - D. F. AMER: *The Extinction of Arcs in Air Blast Circuit Breakers*. - «J.I.E.E.», 1947, part II, pag. 333.
- [3] R. E. KANE - J. W. WALKER: *A 69 kV Compressed Air Circuit Breaker for 5 000 000 kVA*. - «Trans. A.I.E.E.», 1954, part III, pag. 705.
- [4] I.E.C. Publication 56: *Specifications for Alternating Current Circuit Breaker*. Aprile 1951, pag. 14.
- [5] H. TRENCHAM - K. J. R. WILKINSON: *Restriking Voltage and its Import in Circuit Breaker operation*. - «J.I.E.E.», 1937, pag. 460.
- [6] G. W. DUNLAP: *The Recovery Voltage Analyzer for Determination of circuit Recovery Characteristics*. - «Trans. A.I.E.E.», 1941, pag. 958.
- [7] SING YUI KING: *Determination of Restriking Transients on Power Networks by a Half Wave Injection Method*. - «J.I.E.E.», 1949, pag. 700.
- [8] W. C. KOTHEIMER: *A Method for studying Circuit Transient Recovery Characteristic of Electric Power Systems*. - «Trans. A.I.E.E.», 1955, part III, pag. 1083.
- [9] BUSH: *Operational Circuit Analysis*. - J. Wiley e Sons, N.J., pag. 306.



*Si espone il progresso della radiotecnica nel 1959, con riferimento all'analogia nota comparsa lo scorso anno sul medesimo argomento.*

*I settori considerati sono i seguenti: ricevitori radiofonici, ricevitori televisivi, trasmettitori, propagazione, microonde, grandi ponti radio, piccoli ponti radio mobili, radiocomunicazioni spaziali, radiodisturbi e norme, campioni di frequenza e di tempo.*

### I. - PREMessa.

Il presente panorama dello sviluppo raggiunto dalla radiotecnica nel 1959 si collega strettamente con quello dell'anno precedente, pubblicato su questa stessa rivista nel numero di gennaio 1959.

Come allora, molte delle notizie sono dovute alla cordiale collaborazione di colleghi particolarmente qualificati, che ringrazio sentitamente.

La rassegna deve considerarsi aggiornata a tutto il mese di ottobre e riguarda il progresso mondiale, ma in essa vien dato particolare risalto alla situazione italiana.

Quanto alla posizione relativa del nostro Paese rispetto agli altri che oggi appaiono in testa al progresso radio nel mondo, è opportuno considerare separatamente gli studi e le ricerche di carattere scientifico dagli sviluppi di carattere più prettamente tecnico. Una tale distinzione non è sempre facile da stabilire, data l'incertezza dei confini fra questi due campi spesso sovrapposti, ma nei casi in cui essi sono chiaramente delimitati ci si accorge che il vero e profondo divario si manifesta nel primo dei due campi, mentre la distanza è molto ravvicinata nel secondo. Infatti l'indagine scientifica, almeno nei suoi aspetti fondamentali, richiede notoriamente giganteschi sforzi economici senza un utile immediato ed è quindi quasi sempre necessario che detti sforzi vengano sostenuti direttamente dai bilanci degli Stati o di imprese private aventi dimensioni imponenti. Soltanto i Paesi aventi una poderosa struttura economica sono dunque in grado di sostenerli, talora trascurando persino alcuni settori civili ritenuti non indispensabili, come appare ad esempio nel caso dell'Unione Sovietica.

È dunque chiaro che il nostro Paese non possa competere nel campo radioscientifico con America e Russia, sebbene — a parità di capitali impiegati — si possa senza dubbio migliorare il rendimento della nostra ricerca.

Nell'ambito più strettamente tecnico si osserva invece che il nostro Paese, quando è presente in un certo settore, lo è oggi spesso in forma estremamente moderna ed aggiornata, così da non sfigurare nella concorrenza internazionale, alla migliore della quale si trova estremamente vicino. Questo elevato livello tecnico è motivo di soddisfazione per le aziende che raggiungono tali risultati e comincia ad assumere un certo peso anche economico, dacché le apparizioni all'estero dei nostri prodotti radiotecnici non sono più limitate ai Paesi minori.

### 2. - RICEVITORI DOMESTICI.

#### 2.1. - Ricevitori radiofonici.

In questo settore la novità di maggiore rilievo di cui si va da qualche tempo parlando nel mondo è oggi la ste-

reofonia, un indirizzo tendente a riattivare il mercato dei ricevitori sonori di pregio, già provvisti di amplificatori audio e di sistemi di altoparlanti particolarmente curati.

La stereofonia ha sostanzialmente tre aspetti: la ripresa dei suoni, la trasmissione e diffusione via radio, la riproduzione. Nessuna particolare difficoltà presenta oggi la soluzione del problema della ripresa dei suoni, poichè le attrezzature di studio o di teatro sono sufficientemente raffinate ed elaborate per consentire una buona soluzione del problema. Non altrettanto si può dire della trasmissione e diffusione, che si può pensare ottenuta per filo, con la filodiffusione, o per radio. La diffusione via filo, potrà essere certo una delle soluzioni del problema, ma non la sola soluzione e pertanto da vario tempo si sta studiando il modo di trasmettere via radio i segnali stereofonici, in modo compatibile, ossia in modo da assicurare con le stazioni destinate alla stereofonia il regolare ascolto del canale principale mediante un comune ricevitore. Nessuno dei sistemi in corso di sperimentazione sembra finora del tutto soddisfacente e pertanto gli sforzi dei tecnici si vanno intensificando, per ottenere presto una soluzione generalmente accettabile. Le società europee di radiodiffusione fanno capo per queste indagini alla UER (Unione Europea di Radiodiffusione), mentre i costruttori di apparecchi radio, specialmente sollecitati dall'industria tedesca notoriamente in posizione molto avanzata nel campo radiofonico, hanno richiesto attraverso la CEI (Commissione Elettrotecnica Internazionale) una sollecita normalizzazione del sistema allo studio. Nella riunione del Comitato Consultivo per l'Elettronica della CEI, prevista per il gennaio 1960, il problema della radiodiffusione stereofonica dovrebbe venire ampiamente discusso.

Frattanto il CCIR (Comitato Consultivo Internazionale per le Radiocomunicazioni) ha costituito, nell'ambito della sua Commissione X (Radiodiffusione), un gruppo di lavoro X-C sulla radiodiffusione stereofonica e questo gruppo ha iniziato i suoi lavori nell'Assemblea plenaria di Los Angeles (aprile 1959). Esistono su tale argomento tre documenti del CCIR. (Si tratta dei quesiti nn. 199 e 200 e del programma di studio n. 163 di Los Angeles, vol. II, pp. 162 e 163).

Non si deve temere che un tale moltiplicarsi d'iniziative porti ad una dispersione di forze e ad un ritardo nei risultati: in realtà gli organismi internazionali di cui sopra hanno da tempo coordinato i loro sforzi e non mancheranno di farlo anche in quest'occasione.

Nei vari ambiti nazionali intanto si debbono segnalare nuove iniziative; fra le più importanti, la costituzione del National Stereophonic Radio Committee, effettuata negli Stati Uniti per fissare le norme entro un periodo che si prevede di circa un anno a partire dal luglio 1959, ed analogo Comitato costituito in Inghilterra.

In Italia la RAI lavora da vario tempo in questo campo ed ha già sperimentato sulle sue reti di filodiffusione un sistema compatibile semplice, consistente nel trasmettere lungo un canale la somma e lungo un altro la differenza tra due distinte riprese microfoniche: in ricezione, mediante due analoghe operazioni di somma e di differenza, si ricavano i due segnali originali (*Elettronica*, VIII, n. 3, luglio-settembre 1959, pp. 102-112). Altri sistemi sono stati pure sperimentati dalla RAI, in modo da acquistare una sufficiente esperienza per espi-

(\*) Prof. ing. C. EGIDI, IENGF, Torino.

L'autore sarà grato a chiunque, leggendo la presente rassegna, vorrà fare osservazioni o critiche su quanto in essa riportato.



mere un giudizio corretto al momento della decisione finale. Fra pochi mesi, intanto, una coppia di canali di filodiffusione verrà adibita alla trasmissione stereofonica col sistema della somma e della differenza, mentre si spera che in un futuro non troppo lontano si possano effettuare analoghe trasmissioni via radio, utilizzando trasmettitori radio a modulazione di frequenza opportunamente attrezzati.

Frattanto il problema finale della riproduzione, ormai da tempo affrontato per consentire l'ascolto dei dischi stereofonici e degli analoghi nastri magnetici, ha raggiunto buone soluzioni nei migliori apparecchi, cosicchè al momento dell'attesa normalizzazione i costruttori avranno da modificare o da integrare nei loro ricevitori solamente gli stadi ad alta frequenza. Intanto oggi i radiofonografi di un certo costo (si può dire all'incirca superiore alle 100 mila lire) tendono ad avere un secondo canale di bassa frequenza.

Il problema viene risolto in tre modi che, a partire dal più perfezionato, si possono riassumere come segue. 1) I due canali di bassa frequenza sono esattamente identici dalla testina di presa all'altoparlante; uno dei due canali termina con un insieme di altoparlanti (si tratta generalmente di una coppia, con uno grande ed uno piccolo) normalmente installati nel mobile, mentre l'altro termina con un secondo insieme di altoparlanti, installati entro una cassa ausiliaria del volume di 50÷100 litri, che viene sistemata in un angolo della stanza, convenientemente lontano dal mobile. Sono chiari i vantaggi tecnici ed altrettanto gli inconvenienti di costo e d'ingombro. 2) I due canali di bassa frequenza sono ancora separati ed elettricamente uguali, ma gli altoparlanti si trovano quasi tutti riuniti nel mobile del radiofonografo: precisamente, questo accoglie l'insieme di altoparlanti di uno dei due canali ed un altoparlante dell'altro canale (quello per la riproduzione delle frequenze basse), mentre un secondo altoparlante (atto a riprodurre le frequenze alte e quindi di minori dimensioni) si trova in una piccola cassetta da sistemarsi in un angolo della stanza; adatti circuiti elettrici separano e smistano sui due altoparlanti del secondo canale rispettivamente le frequenze basse ed alte. 3) Gli altoparlanti, in questa soluzione meno costosa, al minimo possono essere soltanto tre (uno grande centrale e due piccoli laterali): le frequenze basse vengono mescolate elettricamente e confluiscono sull'altoparlante grande, mentre quelle alte restano separate per ciascun canale e vengono distribuite sui due altoparlanti piccoli. Se si usa un solo mobile, la tendenza è di metterli, entro il mobile stesso, ad una distanza di circa 1,5 m e quindi l'ascoltatore si dovrà sistemare ad una distanza dal mobile di 1,5÷2 m.

In questi ricevitori di pregio, come pure in tutti gli altri normali anche medi ed economici, permangono i tubi elettronici: non sono ancora comparsi i transistori. Nella tecnica americana e in quella tedesca i circuiti stampati si vanno diffondendo tanto nei ricevitori a M.A. quanto in quelli a M.F. per quasi tutti i circuiti: resta nella forma tradizionale soltanto l'amplificatore a r.f.

Nei ricevitori portatili a batterie si montano oggi quasi esclusivamente i transistori e la produzione ha subito un rilevante incremento, favorito dalla riduzione di costi delle serie complete di detti componenti (si può valutare che dallo scorso anno ci sia stato un ribasso del 30÷50 % nelle serie normali, costituite da 6 o 8 transistori). La serie tipica è di sei transistori e corrisponde ai cinque tubi classici; le loro funzioni sono le seguenti: 1 convertitore, 2 amplificatori a f.i., 1 preamplificatore di b.f., 2 finali in controfase (per ottenere una potenza prossima a quella di un solo tubo finale). Ad essi debbono aggiungersi due diodi, destinati rispettivamente alla rivelazione ed alla regolazione automatica di sensibilità, le cui funzioni erano notoriamente disimpegnate, nel caso dei tubi, dalle corrispondenti « sezioni diodo » nel « doppio diodotriodo ».

I ricevitori portatili si possono suddividere ulteriormente in due categorie, secondo che siano del tipo a valigetta, generalmente con una potenza di uscita indistorta di 150÷350 mV (per  $D = 10\%$ ) e 6-8 transistori, oppure del tipo tascabile, con una  $P_u = 50$  mW ( $D = 10\%$ ) e cinque transistori senza finale in controfase. Questi ultimi apparecchi sono ormai in tutto il mondo monopolio giapponese e si vanno diffondendo tanto in America quanto in Europa, e in Italia in particolare, per il costo assai modesto e la buona qualità.

Nei riguardi delle batterie di alimentazione si nota una tendenza generale, particolarmente diffusa in Italia: si tratta dell'uso di batterie normali del tipo per torcia elettrica e di tensioni di 4,5 o 6 V, in luogo di quelle di 9÷12 V, usate negli anni scorsi. Con le tensioni più alte le caratteristiche sono effettivamente migliori, ma i transistori presentano più scarti a parità di prezzo oppure sono più costosi a pari qualità.

Con l'avvento della filodiffusione in Italia, sono ricomparsi anche da noi, dopo tanti anni di assenza, i ricevitori con la gamma delle onde lunghe, adatti a ricevere direttamente la filodiffusione senza un sintonizzatore ausiliario. Essi hanno naturalmente l'accordo continuo in luogo di tasti predisposti e l'entrata bilanciata.

## 2.2. - Ricevitori televisivi.

Non si è verificata alcuna variazione nel panorama dei televisori a colori, che si diffondono soltanto negli Stati Uniti, ma con una considerevole lentezza.

Nei comuni televisori in bianco e nero sono comparsi come novità nel 1959 i tubi a 110° a collo più corto del precedente, per cui lo sviluppo dell'ultimo decennio si può riassumere come segue:

72° normale; 90° normale; 90° a collo corto; 110° normale (con collo uguale al 90° a collo corto); 110° a collo corto, di cui sopra. Con l'avvento di questi nuovi tubi si è ormai da tutte le ditte provveduto ad una riprogettazione degli « chassis », per cui la situazione dello scorso anno, allorchè erano stati montati i tubi corti sui vecchi telai e non si aveva più sporgenza di quelli su questi, ha oggi subito un'inversione e si è tornati a vedere i tubi sporgere rispetto al mobile, sia pure solamente di 1 o 2 cm.

La situazione dei raddrizzatori di alimentazione appare anche nel 1959 più o meno transitoria, in seguito all'incessante progresso tecnico dei semiconduttori ed al variare dei costi di produzione. I raddrizzatori al germanio tendono a scomparire, mentre quelli al silicio, scesi ormai al medesimo prezzo, si vanno lentamente introducendo; in tutti gli altri casi (e sono ancora molti) si usano ancora tubi in America e raddrizzatori al selenio in Europa (specie in Germania). È da presumere che i diodi al silicio soppianteranno tutti gli altri componenti ricordati, ma è difficile dire quanti anni dovranno ancora passare prima che ciò avvenga.

Fra le novità di rilievo del 1959 si nota il tubo cosiddetto rettangolare, comparso su qualche apparecchio anche alla Mostra della Radio e Televisione del settembre 1959, caratterizzato da una forma praticamente rettangolare a spigoli netti e da un secondo vetro saldato sopra il primo, con un'intercapedine sigillata piena di un ridotto volume di aria secca. Questo tubo dà la sensazione di un rilevante aumento di superficie rispetto ai tubi tradizionali a spigoli molto arrotondati, a parità di altezza e larghezza con essi; ma quel che più conta è che il secondo vetro costituisce una importante sicurezza contro il pericolo d'implosione derivante da eventuali colpi esterni, mentre il problema della polvere, che in tutti i comuni televisori si annida sullo schermo e malamente si toglie a causa del vetro di protezione, è in questo modo perfettamente risolto.

Fra le particolarità di minore rilievo si notano, specie negli apparecchi tedeschi, l'indicatore di accordo a occhio magico e la sintonia automatica.



Alla Mostra di settembre a Milano è comparso un primo esemplare di televisore portatile a transistori: il «Safari» della Philco. Esso è alto circa 40 cm, pesa circa 6 kg compresa la batteria e costa intorno ai 250 \$. La batteria, una unità alcalina ricaricabile, ha una durata di scarica di 4 ore ed una vita di circa 100 ore: può venire sostituita con una spesa di 5 \$. Usa un cinescopio alimentato a 10 kV ed avente una diagonale di circa 5 cm (2 pollici); mediante un sistema ottico d'ingrandimento permette una visione delle stesse dimensioni apparenti di un tubo da 14 pollici. Si tratta di un apparecchio assai originale, che avrà probabilmente un certo successo nei Paesi nei quali la televisione è diventata quasi una malattia, il cui contagio si diffonde largamente fra i gitanti di fine settimana.

Ancora alla Mostra di settembre sono cominciati a comparire i primi televisori completi del gruppo UHF.

Ciò è di grande interesse per i nuovi acquirenti di televisori, poichè si confida che molti modelli attrezzati per la ricezione UHF saranno pronti allorchè entrerà in funzione il secondo programma televisivo, preannunciato dalla RAI per il 1° gennaio 1961.

### 3. - TRASMETTITORI.

Nessuna novità di rilievo si è manifestata nel 1959; si può soltanto confermare quanto osservato lo scorso anno nei riguardi degli amplificatori per UHF, per i quali si vanno effettivamente diffondendo i klystron di potenza a cavità esterne, di produzione americana, veramente rimarchevoli per semplicità ed efficienza.

Gli amplificatori di questo tipo si usano largamente per la radiodiffusione televisiva e per la propagazione a «scatter» troposferico.

### 4. - PROPAGAZIONE.

Proseguono gli studi sulla propagazione meteoritica che, per il loro interesse militare, compaiono ormai nella letteratura americana prevalentemente nelle pubblicazioni di elettronica militare. In un recente articolo, presentato alla riunione Wescon del 1959 (Western Electronic Show and Convention, San Francisco, Calif., August 18-21, 1959) viene discusso il progetto di un impianto VHF a 50 MHz, per comunicazioni terra-cielo e cielo-terra con uso della diffusione (scatter) meteoritica, avendo speciale riguardo per l'antenna (1959 IRE Wescon Convention Record, Part 5, pag. 3, IRE, di cui sopra).

Un altro problema ancora non risolto è quello di prevedere la correlazione tra gli affievolimenti (fading) di onde decimetriche a frequenza poco diversa, quali interessano i ponti radio. In questo campo (ad esempio intorno ai 2 GHz) si sta lavorando attivamente anche in Italia.

### 5. - RADIOCOLLEGAMENTI SPAZIALI.

È questo un capitolo assai recente, strettamente connesso con gli spettacolosi e spettacolari progressi compiuti nel campo dei missili e dei satelliti artificiali. Mentre numerosi laboratori di fama mondiale lavorano attivamente ai relativi problemi, anche il CCIR ha stabilito di interessarsi di questo suggestivo argomento, soprattutto nell'intento di riservare speciali frequenze per tale scopo (si veda, in particolare, il Doc. 75-E, 6 Jan. 1959, di Los Angeles dal titolo USA: Draft Recommendation-Protection of frequencies used with artificial earth satellites or other space objects for communication, navigation and guidance). A tal fine il CCIR ha istituito addirittura una nuova Commissione di studio, cui è stato assegnato come presidente l'italiano prof. Ranzi, attualmente all'Istituto Superiore delle Poste e Telecomunicazioni.

L'IRE ha modificato un suo precedente gruppo professionale, istituendo ora quello sulla elettronica spaziale

e telemisure e nel settembre scorso questo gruppo si è riunito a San Francisco. I problemi che si presentano sono numerosi e riguardano innanzi tutto le radiocomunicazioni dei veicoli spaziali con la terra e viceversa ed anche dei veicoli spaziali fra loro, allo scopo di trasmettere dati, comandi e informazioni di ogni genere. Com'è noto, è in tali casi assai marcato l'effetto Doppler, che modifica apprezzabilmente la frequenza ricevuta rispetto a quella trasmessa e richiede quindi una speciale progettazione dei ricevitori. Inoltre il problema del rumore di fondo si fa sentire sempre di più, via via che aumenta la distanza del collegamento e per questo diventa, ad esempio, particolarmente laboriosa la trasmissione delle immagini con una definizione sufficiente.

Nei laboratori del California Institute of Technology (Jet Propulsion Laboratory), il problema è stato sviluppato ed è stato calcolato ad esempio il tempo necessario per trasmettere fino alla terra un'immagine del pianeta Venere da un veicolo che si trovi in prossimità di detto pianeta: si tratta di una distanza dell'ordine di 40 milioni di chilometri. Usando in trasmissione una potenza di circa 10 W con una conveniente antenna e in ricezione antenne del diametro di circa 20 m, si arriva ad una potenza del segnale ricevuto di  $1,6 \times 10^{-18}$  W, mentre il rumore di fondo si può valutare in circa  $1,6 \times 10^{-20}$  W/Hertz.

Con una banda passante di soli 100 Hz, il segnale sarebbe dunque dello stesso ordine di grandezza del rumore; la banda ottima prescelta è stata pertanto di 1 Hz. È necessario in queste condizioni registrare i segnali video su nastro magnetico a bordo del veicolo e poi ritrasmetterli con estrema lentezza, a causa dell'esiguità della banda.

La ricezione è pure molto difficile e richiede uno speciale discriminatore sensibile alla fase. Scelte otto gradazioni di grigio, per trasmettere una fotografia con 40 000 punti occorrono circa 2 ore.

L'apparecchiatura è stata montata e sperimentata con successo sul razzo lunare Pioneer IV ed anzi, data la minore distanza di trasmissione rispetto a quella progettata, le immagini sono state ottenute con grande chiarezza.

Non è facile accertare se una tecnica simile sia stata usata dai russi, tanto più ermetici degli americani, per «vedere» con il Lunik III la faccia nascosta della luna attraverso riprese televisive o fotografie che, effettuate presumibilmente tra il 6 ed il 7 ottobre 1959, vennero trasmesse a terra il 18 e cominciarono a comparire in forma indubbiamente suggestiva nei giornali del 27 ottobre 1959.

A giudicare, sia pur grossolanamente, dalla grana di tali fotografie, si potrebbe concludere che il dislivello fra segnale e rumore sia stato in esse non inferiore a 20 dB; il ritorno del Lunik a distanza dalla terra relativamente piccola (poniamo sui 40 mila chilometri), ha grandemente facilitato il compito dei tecnici e degli scienziati, consentendo loro di ottenere un forte miglioramento nella potenza con cui sono giunte le radioimmagini e si può presumere quindi che la velocità di trasmissione di questa sia stata circa dieci volte superiore a quella necessaria per trasmettere l'immagine stessa al momento della ripresa. A titolo di orientamento, si tratta di una velocità, circa mille volte superiore a quella sopra calcolata per un veicolo viaggiante a circa 40 milioni di chilometri dalla terra.

In tal modo i russi hanno potuto «scaricare» in breve tempo il contenuto d'immagini immagazzinato nelle memorie fotografiche o magnetiche del Lunik III. Restano peraltro ancora molte incertezze (al momento in cui si scrive questo articolo) sulla tecnica da essi usata per orientare al momento giusto il dispositivo di ripresa fotografico e televisivo quando il veicolo spaziale si trovava in posizione adatta per vedere la faccia della luna per noi invisibile, sebbene da qualche dichiarazione com-



parsa recentemente sui giornali sembri che siano stati usati dispositivi fotoelettrici, capaci di orientare la macchina da presa dalla parte opposta della luce solare e quindi senza l'intervento di radiocomandi da terra.

Tutti questi problemi sono strettamente collegati con quelli di propagazione.

I problemi di codificazione e decodificazione delle informazioni da e per il veicolo spaziale sono naturalmente di primaria importanza, ma essi possono venire preferibilmente trattati in un articolo panoramico riguardante i progressi dell'elettronica.

I satelliti artificiali presentano peraltro un altro interessante aspetto radioelettrico, cioè quello di consentire — come ripetitori passivi o attivi — comunicazioni transoceaniche a larga banda, in alternativa con i cavi e con i sistemi a «scatter» troposferico, che peraltro sono ancora lontani dal convogliare una banda notevole o addirittura sono poco idonei allo scopo.

Per ora il primo suggestivo esempio è quello fornito dal messaggio natalizio del Presidente Eisenhower, che venne lanciato nel dicembre 1958 sulle frequenze di 132,45 e 132,90 MHz. L'emissione di una stazione terrestre americana venne ripetuta da un missile Atlas usato come satellite, dotato di ricetrasmettitore, e ricevuta distintamente in Europa.

Ma le prospettive per il futuro sono ancora più allettanti.

In un articolo di Pierce e Kompfner presentato al National Symposium on extended range and space communications, 6-7 ottobre 1958, Lisner Auditorium, Washington, D.C., e riportato nel relativo «Record» alla pag. 55 (pubblicato anche sui PIRE del marzo 1959, pag. 372), si cita per esempio la possibilità di utilizzare una potenza di 85 kW a 2 GHz o di 9,5 kW a 6 GHz, per una trasmissione transatlantica con 5 MHz di larghezza di banda a 40 dB di dislivello fra segnale e rumore; per questo occorrerebbe un complesso di 24 satelliti sferici e passivi di circa 30 m di diametro, regolarmente spazati, con antenne a terra di circa 46 m di diametro a puntamento variabile. Si propone l'uso di un sistema di modulazione di frequenza a controreazione; vengono calcolati i tempi di visibilità del satellite e numerosi altri dati di notevole interesse.

Altro interessante articolo, dal titolo «Communication Techniques for Space Exploration», è comparso nel fascicolo del settembre 1959 delle IRE Trans. on Space Electronics and Telemetry, a firma di E. Reichtin.

#### 6. - MICROONDE.

Lo sviluppo degli amplificatori parametrici, già ricordati nella rassegna dell'anno 1958, procede in America intensamente: un articolo generale su di essi è stato anche pubblicato nel numero di aprile 1959 delle IRE Transactions on Electron Devices (Ed. 6, n. 2, pag. 216).

Ancora nella letteratura americana si trovano studi sull'assorbimento delle microonde millimetriche (di circa 3 mm) a causa dei gas contenuti nell'atmosfera (1959, IRE Wescon Convention Record, part. 1, pag. 56).

#### 7. - PONTI RADIO.

Nei grandi ponti radio non è stata segnalata alcuna novità tecnica di particolare rilievo; è interessante invece la crescente diffusione di questi importantissimi mezzi di comunicazione in tutti i paesi anche meno evoluti tecnicamente e il loro conseguente perfezionamento nei vari aspetti e, in particolare, nei riguardi della sicurezza e continuità di esercizio.

Nemmeno nei piccoli ponti radio mobili si debbono segnalare novità di grande rilievo, sebbene meriti particolare attenzione la cosiddetta «transistorizzazione» degli apparati. Questo movimento tecnico di sostituzione dei tubi con i transistori è oggi dappertutto molto attivo; in

America, per esempio, esistono già ricevitori veicolari per VHF (a 40 e a 160 MHz) completamente transistorizzati. Il massimo impulso si nota naturalmente nel campo degli apparecchi portatili, di cui sono in commercio esemplari di varie dimensioni e di varie portate fino al modello tascabile, che ha una portata di  $0,5 \div 1$  km. In generale si può dire che i ricevitori sono in tal caso integralmente transistorizzati, mentre non lo sono ancora i trasmettitori. Quanto a questi ultimi si attende tuttavia presto la comparsa di un apparato a 40 MHz completamente transistorizzato.

I progressi più rilevanti in questo senso si debbono registrare nelle costruzioni militari, ma data la riservatezza di queste applicazioni mancano a noi particolari precisi. Risulta in ogni modo l'esistenza di un trasmettitore di circa mezzo watt, molto piccolo, che si può addirittura portare nell'elmetto: si tratta di un discendente diretto del famoso «handy-talkie».

#### 8. - RADIODISTURBI. NORME.

Lo studio dei radiodisturbi prodotti dai ricevitori e televisori sopra altri apparecchi dello stesso genere e soprattutto su questi ultimi è stato attivamente proseguito nel nuovo campo UHF (300-1 000 MHz), che è in parte destinato, anche in Italia, alla diffusione del secondo programma televisivo.

Numerose misure eseguite su televisori adatti a ricevere tali nuove emissioni sono state eseguite, in collaborazione con la RAI e con l'ANIE, presso l'INGF. I risultati ottenuti hanno consentito di stabilire un valore limite per tali irradiazioni che, con intesa fra la RAI e l'ANIE, è stato per ora stabilito in 2 mV/m, eseguendo la misura con il metodo normale IEC a 3 m di distanza.

I dati di tali rilievi e altre considerazioni ottenute in tale sede sono stati apprezzati ed utilizzati nella riunione IEC del Sottocomitato 12/1 tenutasi ad Ulm (Germania) nell'ottobre 1959. In tale sede si è giunti a preparare in forma definitiva (che verrà diffusa per l'approvazione dei diversi Comitati nazionali con la regola dei sei mesi) un'appendice con cui il metodo già approvato per la gamma fino a 300 MHz viene esteso da 300 a 1 000 MHz. Una seconda appendice riguarda i metodi per la misura dei disturbi prodotti dagli amplificatori a frequenza intermedia ed anche questa seguirà la medesima procedura per l'approvazione. Di notevole interesse è anche la definitiva formulazione, concordata dal SC 12 pure ad Ulm, delle norme di prova delle antenne lineari per frequenza fra 30 e 1 000 MHz. Anche a questa norma l'INGF ha dato un proprio contributo.

La misura statistica dei radiodisturbi prodotti dai veicoli con motore a scoppio (ad accensione elettrica) e lo studio dell'efficacia dei metodi di riduzione di tali disturbi è stata pure condotta e conclusa nel 1959, per conto della RAI e con la piena collaborazione della CUNA, presso l'INGF. I risultati sono stati resi noti agli interessati con un certo numero di rapporti.

Mentre sono stati simultaneamente allacciati contatti con gli Enti ufficiali di altri Paesi europei, soprattutto per i riflessi che una norma identica può avere nell'ambito del MEC, si attende che l'Amministrazione italiana precisi su questo problema il proprio atteggiamento.

#### 9. - CAMPIONI DI FREQUENZA.

Pur senza potersi parlare di novità sensazionali in questo campo, la cui rivoluzione più recente data ad una decina di anni fa, allorché vennero messi in funzione i primi campioni molecolari di frequenza, un continuo ed incessante progresso si nota nella generazione e nella misura delle frequenze e dei tempi di alta precisione.

Le irregolarità stagionali della rotazione della terra, rilevate per la prima volta vari anni fa in Germania, vengono oggi regolarmente misurate ed anzi da qualche tem-



po il Bureau International de l'Heure di Parigi fornisce all'inizio di ogni anno l'equazione estrapolata per il calcolo della velocità angolare della terra durante tutto l'anno.

I campioni molecolari si sono andati diffondendo e ben presto anche nel nostro Paese ne entrerà in funzione uno al cesio, in corso di avanzata costruzione presso l'IENGF. Frattanto presso questo Istituto, che continua a fornire i segnali orari alla RAI per la successiva diffusione su tutta la rete radiofonica nazionale e ad emettere con trasmettitore proprio segnali speciali di altissima precisione,

continua il lavoro scientifico di confronti internazionali di segnali di tempo e quello tecnico di rinnovo delle apparecchiature esistenti. In particolare si segnala il collegamento permanente con gli Osservatori Astronomici del Pino Torinese e di Milano-Brera, attuati rispettivamente per filo e per ponte radio (quest'ultimo nel giugno 1959) allo scopo di fornire a detti Osservatori segnali estremamente precisi e regolari, di grande utilità per il rilievo dei passaggi stellari.

*Manoscritto pervenuto il 18 novembre 1959.*



# NOTIZIE E INFORMAZIONI

## Lo sviluppo dell'industria elettrica francese e la E.d.F.

In una elegante pubblicazione recentemente edita la E.d.F. fornisce ampie notizie sulla attività svolta a partire dalla sua creazione avvenuta nel 1946.

Da allora a tutto il 1958 il consumo di energia elettrica in Francia è passato da 24 a 62 miliardi di kWh.

Il piano di sviluppo contempla di arrivare a 70 miliardi di kWh nell'annata 1960-61 e a 112 miliardi nel 1965-66.

Per realizzare tale programma sono stati costruiti, o sono in corso di costruzione, un grande numero di impianti idroelettrici su quasi tutti i corsi d'acqua suscettibili di sfruttamento economico.

I cantieri in lavoro alla fine del 1958 corrispondevano a una futura produzione di circa 5 miliardi di kWh.

Contemporaneamente hanno avuto sviluppo le centrali termiche, passando a gruppi unitari di sempre maggiore potenza. I gruppi installati sono prevalentemente da 125 MW e i più recenti sono da 250 MW.

La E.d.F. si è anche interessata alle centrali nucleari fino dall'inizio del primo piccolo impianto di Marcoule.

In quanto segue diamo qualche notizia su alcuni degli impianti più notevoli illustrati nella detta pubblicazione.

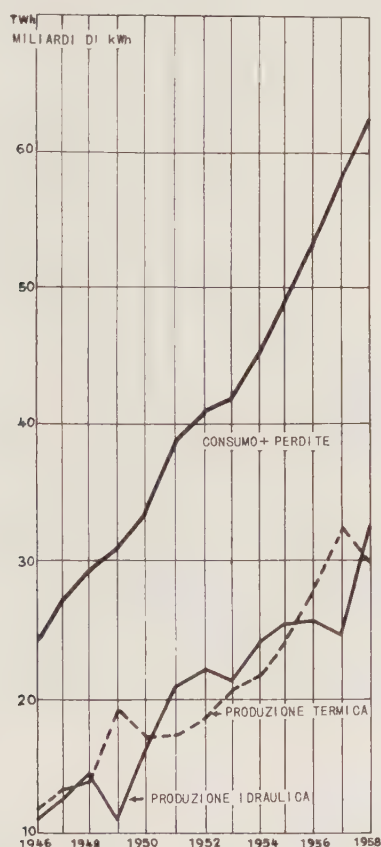


Fig. 1. — Produzione di energia elettrica in Francia a partire dal 1940.

### IMPIANTI IDROELETTRICI.

Lo sfruttamento del Reno è cominciato col progetto del Grande Canale di Alsazia la cui concezione risale al 1925. Il Reno ha una portata media di oltre 1 000 m<sup>3</sup>/s e una pendenza relativamente elevata di circa 1 m per km.

Il Canale d'Alsazia era previsto con una lunghezza di 111 km e comprendeva 8 tronchi successivi tra la frontiera svizzera e Strasburgo; vi corrispondevano 8 centrali con

salti di 11 a 16,50 m. Il primo tronco, con la centrale di Kembs, entrò in servizio nel 1932 con 6 gruppi da 31 000 kVA. I lavori del secondo tronco, quello di Ottmarsheim, cominciarono nel 1948 e l'impianto entrò in servizio nel 1952. Successivamente nel 1953 furono cominciati i lavori per il terzo tronco di Fessenheim e la centrale entrò in servizio nel 1956.

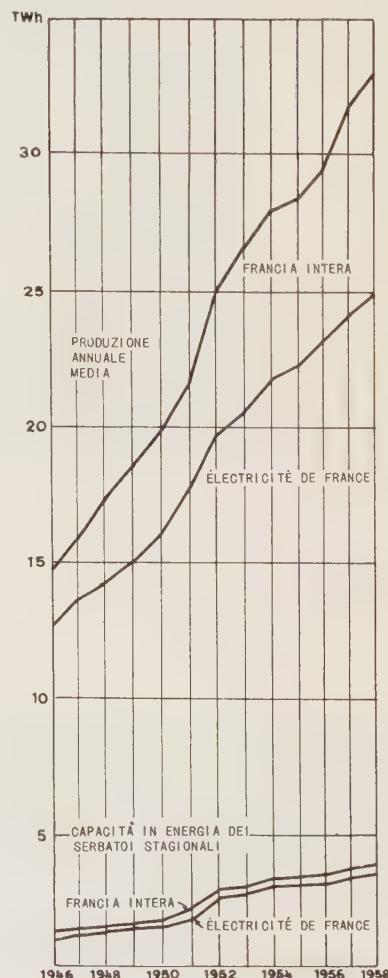


Fig. 2. — Sviluppo degli impianti idroelettrici in Francia.

L'impianto del quarto tronco, quello di Vogelgrün, sta per essere compiuto.

L'esecuzione del Grande Canale d'Alsazia si arresterà a questo punto perchè il progetto iniziale è stato modificato. I quattro salti successivi utilizzeranno il letto del Reno con la costruzione di sbarramenti. L'esecuzione del nuovo piano è cominciata con i lavori per l'impianto di Marckolsheim di cui si prevede il compimento nel 1962. I lavori per gli altri tre impianti seguiranno senza interruzione.

L'insieme delle otto centrali sul Reno rappresenterà una produttività annua di 7 miliardi di kWh.

L'impianto di Ottmarsheim ha le seguenti caratteristiche: portata normale derivata 1 080 m<sup>3</sup>/s; portata massima 1 160 m<sup>3</sup>/s salto medio 14,70 m; potenza installata 160 000 kW; produzione annua media 906 GWh.

Il canale di adduzione, lungo 14,5 km è largo 131 m al pelo d'acqua, e 80 m al fondo, con altezza d'acqua di 8,50 m.

La centrale che misura 145 m di lunghezza e 75 m di larghezza, comprende 4 gruppi verticali composti da turbine Kaplan a 93,75 giri/min con alternatore da 44 000 kVA a 10 000 V.

Il canale dell'impianto di Fessenheim, che segue a quello dell'impianto precedente, è lungo 16,7 km con larghezza di 135 m al pelo d'acqua e 80 m al fondo e altezza d'acqua di 9,50 m.

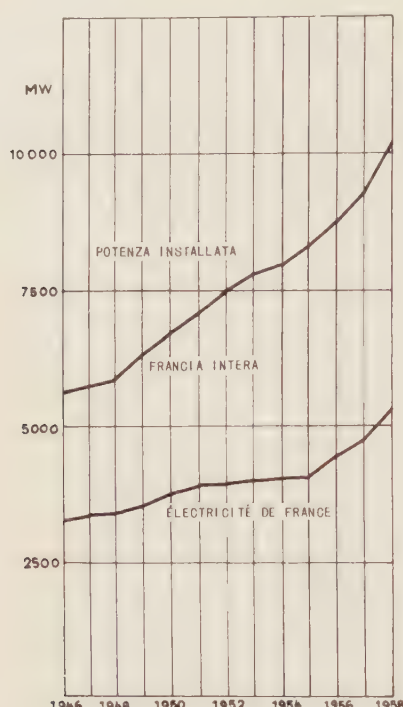


Fig. 3. — Sviluppo degli impianti termoelettrici in Francia.

La centrale contiene 4 gruppi verticali composti da turbine Kaplan con ruota di 6,30 m di diametro, a 88 giri/min, con alternatore da 45 000 kVA a 10 300 V.

Lo sfruttamento del fiume Isère comprende un grande numero di impianti e un complesso di serbatoi per un miliardo di m<sup>3</sup> di acqua rappresentanti una energia di oltre tre miliardi di kWh.

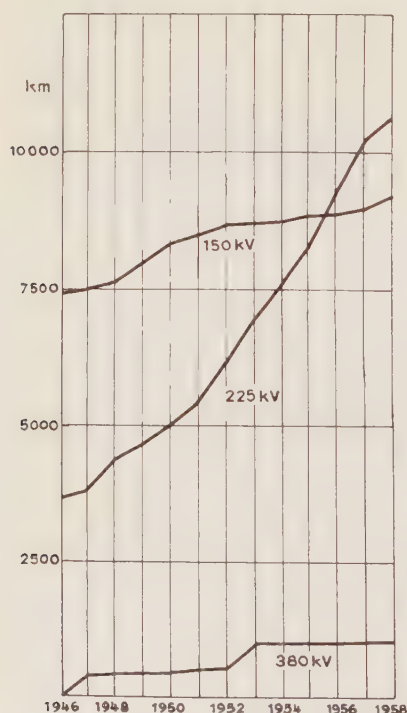


Fig. 4. — Sviluppo della rete francese di trasporto dell'energia.

Uno degli impianti più interessanti del bacino dell'Isère è l'impianto di Roselend attualmente in avanzato corso di costruzione. L'impianto potrà usufruire di serbatoi già esistenti per altri impianti con una capacità di 280 milioni di m<sup>3</sup> e di un nuovo serbatoio per 200 milioni di m<sup>3</sup>, oltre un altro piccolo serbatoio di 13 milioni di m<sup>3</sup>.

La centrale, situata a La Bathie, utilizzerà un salto di 1200 metri e una portata di 50 m<sup>3</sup>/s: essa sarà la più potente centrale idraulica della Francia contenendo la potenza installata di 476 000 kW e potendo dare una produzione annua di 1 miliardo di kWh.

Il nuovo serbatoio ottenuto con lo sbarramento di Roselend, si trova ad una quota oltre 1500 m sopra la valle del Doron. Lo sbarramento è alto 150 m e ha uno sviluppo in cresta di 804 m, con un volume di calcestruzzo di 850 000 m<sup>3</sup>;



Fig. 5. — Schema degli impianti sul Reno.

esso sarà il più importante di tal genere costruito finora in Francia. L'importanza dell'opera e la natura dei terreni ha costretto a ricorrere ad una insolita soluzione costruttiva: la gola sarà sbarrata con una volta inclinata alla quale sarà sovrapposto uno sbarramento del tipo a gravità alleggerito i cui contrafforti appoggeranno in sponda destra sulla volta e per la rimanente parte sul terreno naturale. Lo studio dell'opera è stato eseguito con l'aiuto di prove su due modelli in scala ridotta, uno in gomma e uno in gesso.

Le acque del serbatoio saranno deviate in una galleria sotterranea lunga 13 km, di sezione circolare con diametro di 4,20 m, la quale funzionerà sotto carico variabile da 120 m a monte fino a 150 m a valle. La condotta forzata è all'aperto per la sua parte superiore lunga 150 m con diametro di 3,20 m; il tronco inferiore, lungo 850 m con diametro di 3 m,



è costituito da un pozzo blindato scavato in roccia compatta. La centrale di La Bathie, in grotta, sarà equipaggiata con 6 gruppi con turbine Pelton ad asse verticale da 83 000 kW. La produzione annuale sarà di circa 1 miliardo di kWh. Si prevede che entro il 1960 la diga potrà essere messa in pressione e che i lavori siano finiti entro il 1961.

La centrale di Peyrat-le-Château, in caverna, comprende tre gruppi con turbina Francis ad asse verticale e alternatore da 21 000 kVA.

La Dordogna è uno dei corsi d'acqua defluenti dal Massiccio Centrale e ha un regime idraulico annuo quasi com-



Fig. 6. — Canale di adduzione alla centrale di Ottmarsheim.

Il fiume Durance è uno dei principali affluenti del Rodano e ha un regime estremamente irregolare. Su tale fiume sono stati costruiti parecchi impianti e altri sono in costruzione. In particolare 5 nuove centrali sono previste per una producibilità di 2 300 milioni di kWh annui.

Sulla Durance, 2 km a valle della confluenza dell'Ubaye, sarà sbarrata una gola relativamente stretta che permetterà di realizzare un importante serbatoio di 1 200 milioni di m<sup>3</sup> dei quali 900 milioni utili. Le condizioni locali dei terreni, costituiti da strati di grande spessore alluvionali, hanno reso necessario ricorrere a un tipo di sbarramento costituito da materiali alluvionali compatti con un nucleo centrale di impermeabilizzazione in terra argillosa compatta. Lo sbarramento è lungo 600 m in cresta ed è alto 120 m; lo spessore alla base raggiunge 650 m; il suo volume complessivo è di circa 14 milioni di m<sup>3</sup>. Il nucleo centrale ha uno spessore alla base di 55 m e un volume complessivo di 2 milioni di m<sup>3</sup>. L'impermeabilizzazione delle alluvioni sottostanti è stata ottenuta mediante uno schermo verticale realizzato con perforazioni per una lunghezza complessiva di 17 000 m e iniezioni di 11 000 t di cemento e 63 000 t di argilla.

La centrale, in caverna, immediatamente vicina allo sbarramento, utilizza una portata di 300 m<sup>3</sup>/s e contiene quattro gruppi con turbina Francis ad asse verticale e alternatore da 90 000 kVA. Si prevede che la centrale possa entrare in funzione entro il corrente anno 1960.

La Loira è il più lungo fiume francese arrivando a 1 200 km: prende origine nelle Cevenne ad un'altitudine di 1 151 m e dopo un percorso di 200 km in strette gole scavate in una massa granitica, diventa fiume di pianura fino alla foce. Il bacino della Loira si presta a uno sfruttamento solo nelle alte vallate.

Sono stati realizzati fra l'altro sull'alto bacino della Loira due grandi impianti: quello di Peyrat-le-Château sul torrente Maulde e quello di Montpezat sulla Loira superiore il quale utilizza il dislivello fra il bacino della Loira e quello del Rodano, attraverso la catena delle Cevenne.

Nell'impianto di Peyrat-le-Château è stata, fra l'altro, costruita la diga di Faux-la-Montagne la quale è singolare per l'estrema leggerezza della struttura. Si tratta di una diga a volte multiple alta 16 m e lunga in cresta 130 m; le volte, hanno spessore di 8 a 14 cm e sono state ottenute con successivi strati di cement-gun.

plementare di quello dei fiumi alpini. Il regime è stato regolarizzato mediante quattro sbarramenti successivi che hanno dato luogo a quattro serbatoi e ad altrettante centrali ai piedi delle dighe.

Fra Bort e Argentat, su un percorso di 90 km e un disli-



Fig. 7. — Sala macchine della centrale di Ottmarsheim.



vello di 355 m, sono così state ricavate dalla Dordogna una potenza installata di 800 000 kW e una produzione annua media di 1 800 milioni di kWh.

a valle delle gole della Dordogna; il bacino a monte è di 4 100 km<sup>2</sup> e produce un apporto annuo di 3,5 miliardi di m<sup>3</sup> d'acqua.



Fig. 8. — Lavori allo sbarramento di Roselend.



Fig. 9. — Sbarramento di Roselend: la diga a volta, in costruzione.



Fig. 10. — La diga di Faux-la-Montagne.

Lo sbarramento di Chastang è situato alla estremità più

Lo sbarramento di Chastang è del tipo a gravità-volta, è alto 85 m ed ha lunghezza in cresta di 350 m.

La centrale è addossata allo sbarramento del quale segue la forma curva; il tetto della centrale sostiene due canali scaricatori a salto di sci che permettono di evacuare piene fino a 4 000 m<sup>3</sup>/s. La centrale è equipaggiata con una gru a ponte di caratteristiche eccezionali avendo una portata di



Fig. 11. — Diga e centrale di Le Chastang.

460 t con luce di 21 m. Sono installati tre gruppi con turbina Francis ad asse verticale, con salto di 72 m, accoppiate ad alternatore da 90 000 kVA.

Immediatamente a valle dell'impianto di Chastang si trova quello di Argentat che ha lo scopo principale di costituire



un bacino di compensazione a valle della catena di grandi sbarramenti sull'alta e media Dordogna.

L'impianto di Argentat è stato anche costruito allo scopo di sperimentare gruppi generatori di tipo speciale suscettibili di essere adottati nella costruzione di centrali mareomotrici.

La capacità del bacino è di 7,2 milioni di  $m^3$  di cui 5,5 utili. La produttività annua è di circa 92 milioni di kWh.

Nella centrale sono installati tre gruppi. Due di essi sono del tipo a bulbo ad asse orizzontale e flusso assiale; uno di

come esperimento in vista di applicazioni ad altre località dove, come ad Argentat, vi siano esigenze particolari di rispetto per l'estetica del posto.

Nei Pirenei nella zona centrale si trovano numerosi laghi naturali facili a trasformarsi in serbatoi, situati verso quota 2 000 m. Essi hanno però bacini scolanti molto piccoli cosicché nella utilizzazione si impone il sistema di pompaggio delle acque di fusione delle nevi situate a livelli inferiori. Questo inconveniente di natura idraulica è compensato dagli

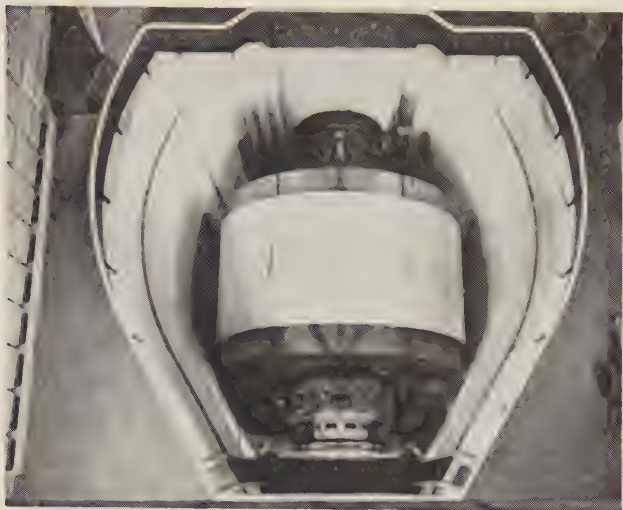


Fig. 12. — L'alternatore del gruppo a pozzo nella centrale di Argentat.

essi comprende un alternatore da 14 500 kVA contenuto entro il bulbo, mentre l'altro gruppo è del tipo per installazione in pozzo e ha un alternatore da 16 500 kVA installato in un pozzo fra i due rami dell'aspiratore.

I due gruppi hanno le seguenti caratteristiche comuni: portata assorbita 100  $m^3/s$ , velocità 150 giri/min, salto netto massimo 16,50 m minimo 9,50 m. Inoltre è installato un gruppo di restituzione, del tipo a pozzo, da 3 400 kVA con turbina a 300 giri/min che comanda l'alternatore a 1 500 giri/min attraverso un moltiplicatore planetario di giri coassiale.

Lo sbarramento è equipaggiato con una gru a portico mobile da 128 t, caratteristica perché in parte ribaltabile: la sua altezza che è di 15 m in esercizio, può essere ridotta a 4 m durante il riposo. Questa disposizione è stata adottata



Fig. 13. — Diga di Grandval nel bacino della Garonna.



Fig. 14. — Condotta forzata e centrale di Pragnères ( $h = 1\,254$  m.)

elevati salti utilizzabili e dalle piccole lunghezze delle derivazioni necessarie.

Un esempio caratteristico degli impianti sui Pirenei è quello di Pragnères. Un grande serbatoio di 67 milioni di  $m^3$  è stato creato alla quota di 2 160 m mediante uno sbarramento alto 100 m del tipo a volta a gravità. Si utilizza un salto di 1 254 m che in Francia è superato soltanto da quello di Portillon nei Pirenei centrali il quale arriva a 1 450 m ma che è utilizzato con una portata molto inferiore. Per ottenere l'accumulazione d'acqua nel serbatoio suddetto è stato necessario costruire un sistema di canali e di gallerie di raccolta; il collettore principale, che sbocca nel serbatoio, lavora sotto una pressione massima che può arrivare a 120 m all'estremità a valle; oltre ad apportare le acque derivate nel serbatoio, la stessa galleria serve per alimentare la condotta forzata della centrale che scende con una pendenza media del 100 %. Il serbatoio è anche alimentato con acque ricavate a quota notevolmente inferiore e sollevate per circa 400 m mediante una stazione di pompaggio con una potenza installata di 50 000 kVA.



La centrale di Pragnères è equipaggiata con due gruppi ad asse orizzontale comprendenti una turbina Pelton a due ruote con un unico ugello accoppiata ad un alternatore da 80 000 kVA.

Immediatamente a valle della centrale di Pragnères si trova l'altra centrale di Luz e fra questa e la centrale di Pragnères vi è la centrale Luz II.

La produttività annua delle centrali di Pragnères e di Luz II dell'ordine di 390 milioni di kWh. L'energia di pompaggio è di circa 40 milioni di kWh, consumati per la maggior parte in ore di basso carico.



Fig. 15. — Centrale di Beautor.

#### CENTRALI TERMICHE.

La E.d.F. ha gradatamente provveduto ad una unificazione nel campo delle centrali termiche.

La centrale di Porcheville segna l'inizio della normalizzazione con gruppi di 125 MW : pressione 127 kg/cm<sup>2</sup>, temperatura di surriscaldamento 540 °C, risurriscaldamento a 540 °C; costruzione con sistema a blocco, e comando del complesso

Ogni gruppo è costituito da : una caldaia da 400 t/h, una turbina da 125 MW, un alternatore da 156 MVA, un trasformatore elevatore da 140 MVA e un trasformatore da 12,5 MVA per alimentazione degli ausiliari del blocco.

Sono in costruzione, per nuove centrale, gruppi da 250 MW che funzioneranno a pressione di 140 o di 160 kg/cm<sup>2</sup> e temperatura di 565 °C.

Fra le principali centrali in corso di costruzione vi è quella di Nantes-Cheviré, a valle di Nantes in riva sinistra della Loira. La centrale è prevista per una potenza totale di 500 MW dei quali 300 MW sono già installati.

Nella regione parigina la centrale di Creil, sulle rive dell'Oise, comprende quattro gruppi identici da 125 MW con alternatori raffreddati a idrogeno.

La centrale di Porcheville, in riva destra della Senna circa 40 km a valle di Parigi, contiene quattro gruppi da 125 MW.

La centrale di Beautor, presso il corso superiore dell'Oise, comprende tre gruppi da 125 MW, ed è prevista l'installazione di un quarto gruppo.



Fig. 17. — La grande linea Génissiat-Plessis-Gassot, durante la trasformazione da 2 trasse a 220 kV a una sola trasse a 380 kV. (A sinistra la trasformazione è compiuta).

#### CENTRALI NUCLEARI.

Quando fu costruito il primo reattore di Marcoule G<sub>1</sub>, la E.d.F. provvide a installare un piccolo gruppo da 5 700 kW per il ricupero delle calorie dell'aria di raffreddamento della pila.

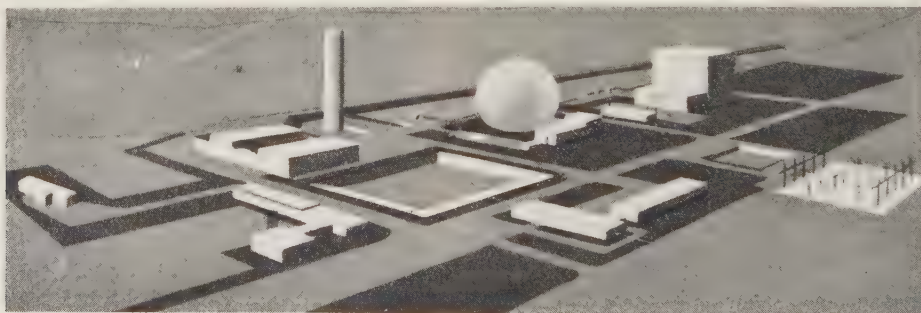


Fig. 16. — Bozzetto dell'impianto elettronucleare di Chinon (in corso di costruzione).

caldaia-turbina-alternatore da parte di un unico operatore, chiamato Capo di Blocco, che dispone di tutti gli strumenti di controllo e di comando raggruppati nella sala quadri.

La E.d.F. si è pure interessata dei reattori G<sub>2</sub> e G<sub>3</sub>; quando entreranno in servizio questi due reattori sarà disponibile una potenza di 50 MW.



La prima centrale nucleare della E.d.F. è in costruzione a Chinon.

Il primo settore della centrale avrà una potenza termica di 300 MW e una potenza elettrica netta di 60 MW.

Il reattore è installato in un cassone cilindrico-sferico in

La circolazione dell'anidride carbonica nel reattore è ottenuta con una soffiante da 8 000 kW, con portata di 5 400 t/h di gas alla pressione di 25 kg/cm<sup>2</sup>.

Lo scambiatore di calore comprende 120 elementi verticali in acciaio alti 30 m, con superficie totale di 38 000 m<sup>2</sup>. Gli



Fig. 18. — Centrale elettronucleare di Chinon: l'edificio del reattore e dello scambiatore di calore. (Questo edificio sarà contenuto in una sfera di acciaio di 55 m di diametro).



Fig. 19. — Centrale elettronucleare di Chinon: messa in opera della cupola inferiore della sfera di protezione.

acciaio alto 22 m, con 10 m di diametro e spessore di 107 mm.

Il combustibile è costituito da 140 t di uranio naturale distribuiti in 1 152 canali verticali, di 9 m di lunghezza e 84 mm di diametro, disposti nel blocco moderatore di grafite. Il peso totale della grafite e del combustibile è di circa 1 400 t.

La protezione termica è ottenuta con uno schermo d'acqua di 1 m di spessore. Il complesso è circondato da un'opera in cemento di 2,80 m di spessore che costituisce la protezione biologica.

scambiatori sono posti entro una costruzione di cemento di 1,80 m di spessore.

Il complesso reattore, soffiante e scambiatore è installato in una costruzione sferica di acciaio di 55 m di diametro con spessore da 19 a 21 mm.

La centrale elettrica, del tipo all'aperto, comprende un turboalternatore da 82 MW.

Il secondo settore sarà analogo al primo ma avrà una potenza termica di 800 MW e una potenza elettrica netta di

170 MW. Il reattore sarà disposto entro un recipiente sferico di acciaio di 18,30 m di diametro e 115 mm di spessore.

Il peso di uranio sarà di 250 t.

Lo scambiatore di calore comprenderà 88 elementi lunghi 29 m posti simmetricamente in quattro edifici di cemento disposti attorno al reattore.

La centrale, del tipo all'aperto, comprenderà due turboalternatori da 85 MW funzionanti con vapore a 33 kg/cm<sup>2</sup> e 340 °C.

\* \*

## Il Protonsincrotrone del Cern ha raggiunto la piena attivazione

Come è stato comunicato da Meyrin, Ginevra, il proton-sincrotrone del CERN (Comitato Europeo Ricerche Nucleari), il 25 novembre 1959 ha raggiunto il livello di energia di 25 miliardi di elettronvolt.

Questo acceleratore, che è di gran lunga il più grande del mondo, è capace di imprimere ai protoni una velocità quasi eguale a quella della luce.

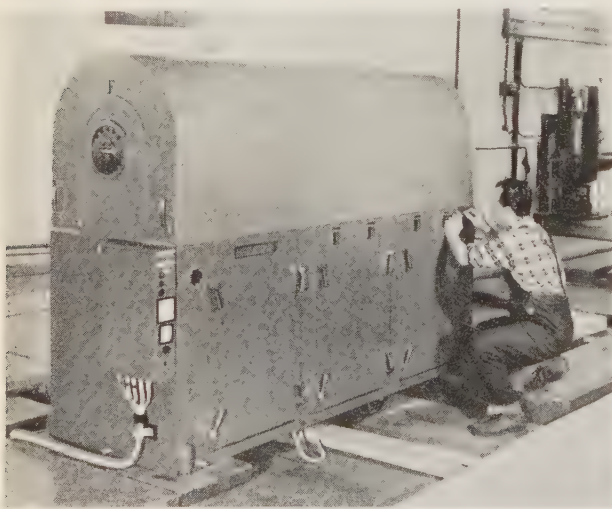
Esso distanzia di gran lunga, per il livello di energia di cui è capace, le più famose macchine acceleratrici di particelle nucleari:

il Cosmotrone del Brockhaven National Laboratory, di 3 miliardi di elettronvolt;

il Bevatrone della Università di California di 7 miliardi di elettronvolt;

nonché i progetti russi da 12 miliardi di elettronvolt.

Il livello di 25 miliardi di elettronvolt del proton-sincrotrone di Ginevra è ottenuto spingendo i protoni lungo una orbita circolare nella quale, in un secondo, effettuano 499 000 giri e ricevono 8 000 000 d'impulsi di 8 000 V, a radio frequenza, di valore variabile fra 2996900 cicli al secondo e 9 536 470 cicli al secondo, ciò che permette alle particelle di raggiungere lo stato relativistico determinato dal rapido aumento della velocità delle particelle stesse, la massa delle quali cresce secondo la legge di Einstein.



Acceleratore RF con scambiatore di calore.

Molti dubbi erano stati sollevati da valenti scienziati, autori delle altre grandi macchine acceleratrici, sulla possibilità pratica di realizzare apparecchiature di così alta precisione, capaci di controllare automaticamente la sintonia e la fase con il gradiente estremamente elevato di 219 136 000 cicli al secondo per secondo.

In pratica le unità acceleratrici hanno realmente corrisposto perfettamente al progetto e si sono dimostrate di funzionamento così sicuro che in un solo mese è stato possibile raggiungere il più alto livello di energia che sia mai stato ottenuto da macchine acceleratrici di particelle nucleari.

Il risultato si deve in buona parte all'industria italiana ed è giusto ricordare che le unità acceleratrici a radio frequenza sono state progettate e costruite dalla Magneti Marelli.

\* \*

La VII Rassegna Internazionale Elettronica Nucleare e della Cinematografia che si terrà al Palazzo dei Congressi all'EUR dal 15 al 29 giugno 1960 comprenderà: un'Esposizione tecnologica di materiali relativi all'Elettronica, alla Energia Nucleare e alla Cinematografia. Congressi Scientifici sugli stessi argomenti, ai quali prenderanno parte scienziati di tutto il mondo, saranno tenuti durante tale periodo.

I programmi provvisori dei Congressi sono i seguenti:

**Elettronica:** 1) moderni amplificatori (amplificatori parametrici e molecolari); 2) radiocomunicazioni spaziali; 3) problemi relativi alla radiodiffusione nelle bande IV e V; 4) calcolatrici elettroniche ed elaborazione dei dati per finalità della ricerca operativa; 5) panorama del progresso elettronico.

**Cinematografia:** a) cinematografia e fotografia a distanza; b) influenza del formato di ripresa e di proiezione sullo sviluppo della cinematografia.

**Energia Nucleare:** il programma è ancora soggetto alle decisioni dei Comitati organizzativi.

Gli Atti dei Congressi Scientifici della VI Rassegna (15 giugno - 5 luglio 1959) saranno messi in distribuzione assai presto.

La « Rassegna », in collaborazione con l'ICE ha pubblicato in cinque lingue una monografia dal titolo « *L'industria nucleare italiana* » in cui sono elencate tutte le Ditte italiane la cui produzione si riferisce a questo specifico campo, con l'indicazione dettagliata della loro produzione. La monografia può essere ottenuta al prezzo di L. 2 000 presso la Segreteria della Rassegna Internazionale Elettronica, Nucleare e della Cinematografia, via della Scrofa 14, Roma.

\* \*

**Association Française de l'Eclairage** è la nuova denominazione assunta dalla Association Franç. des Eclairagistes. La Associazione celebra quest'anno il trentennio della sua fondazione con una serie di manifestazioni che si terranno a Parigi in occasione delle Journées de la Lumière che avranno luogo dal 10 maggio al 2 giugno 1960. La Associazione ha sede a Parigi, 33 rue de Naples.

\* \*

Un **Centro di Cronometria** è stato istituito presso l'Osservatorio Astronomico di Brera (Milano). Il Centro ha lo scopo di condurre ricerche di interesse teorico e pratico e di pubblica utilità nel campo della cronometria generale, dei problemi relativi alla conservazione del tempo, della costituzione di campioni di unità di tempo e di frequenza. Il Centro si propone anche di contribuire, nel campo della cronometria, alla soluzione dei problemi relativi alla normalizzazione e alle prove di qualità. Il Centro è diretto dal Direttore dell'Osservatorio di Brera e si compone di un servizio tecnico e di una segreteria.

\* \*

Dal 5 al 9 aprile 1960 sarà tenuta a Londra la **IX Esposizione dell'Elettrotecnica** nella quale verranno esposti i prodotti delle principali industrie elettriche della Gran Bretagna: è previsto l'intervento di circa 450 fabbricanti. Speciali facilitazioni sono predisposte per i visitatori stranieri. Per informazioni rivolgersi a: Electrical Engineers A.S.E.E. Exhibition Ltd. (Museum House, London WC1).

\* \*

Anche quest'anno il **Secrétariat Général de l'Union Internationale des Télécommunications** ha fatto preparare un'acquaforte riprodotte, questa volta, un ritratto di Thomas Alva Edison.

Ogni copia ha dimensioni di 23 x 17 cm, compresi i margini, ed è accompagnata da una breve biografia. Per l'acquisto rivolgersi al Secrétariat (Palais Wilson, 52 rue des Pâquis, Ginevra) inviando l'importo di 3 franchi svizzeri.

Sono ancora disponibili, allo stesso prezzo, copie delle acquaforti tirate negli anni precedenti, con le immagini di Morse, Hughes, Bell, Marconi, Baudot, Gauss e Wever, Maxwell, Ferrie, Siemens, Popov, Ampère, Hertz, Erlang, Tesla, Faraday, Heaviside, Pupin, Lord Kelvin, Lorentz, Armstrong, Fresnel, Lord Rayleigh, Kirchhoff, Lodge.



# LA NOSTRA INDUSTRIA

*In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali*

## Trasformatori di prova

Sul mercato europeo, nel campo specializzato dei trasformatori per impianti di prove in corto circuito, si è fatta ormai ben conoscere l'INDELVE - Industria Elettrotecnica Veneta - sorta a Monselice circa sette anni fa.

La società costruisce, oltre ai normali trasformatori di potenza, trasformatori monofasi a due o tre avvolgimenti, alimentati da reti molto estese o da gruppi appositi, e studiati particolarmente per effettuare le prove a grande potenza sugli interruttori.

Si trovano in esercizio già da diversi anni in Italia e in Francia 12 trasformatori di questo tipo; i primi sono quelli installati a Scorzè, per la « Stazione Veneta Prove Potenza Interruttori » della Società SADE; i più recenti sono quelli forniti al CESI - Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano - per il Laboratorio Prove di Lambrate: 4 unità monofasi a 3 avvolgimenti, della potenza di 500 000 kVA per 5 secondi. Le tensioni sono

$$225\,000 : \sqrt{3/4} \times 15\,000/4 \times 10\,000 \text{ V.}$$

Sono in corso di costruzione attualmente altre sette unità destinate a laboratori di prova in Francia, Germania Orientale e in Polonia.

Il trasformatore delle massime dimensioni equivale ad un monofase da 40 000 kVA a 220 kV 50 Hz, e raggiunge un peso complessivo di circa 100 t, inclusi circa 23 000 kg di olio. Le caratteristiche elettriche del trasformatore, in costruzione per il Centro di Studi e di Prove dell'Electricité de France a Fontenay, sono le seguenti:

potenza nominale, riferita ad un funzionamento di 2 secondi: 750 000 kVA

tensione primaria:	130	kV isolamento classe 220 kV
» secondaria:	15 × 4 »	» 150 »
» terziaria:	10 × 4 »	» 150 »

Gli avvolgimenti dei trasformatori di questo tipo sono costituiti da gruppi di bobine intercalate fra di loro, con isolamento solido in carta impregnata frazionato da opportune schermature metalliche.

Ai capi delle bobine sono derivati condensatori del valore più adatto per la corretta distribuzione delle tensioni ad impulso e delle sovratensioni ad alta frequenza lungo l'avvolgimento.

E da rilevare infatti che le sollecitazioni transitorie rientrano nel servizio normale di questi trasformatori. Il complesso degli avvolgimenti, una volta montato sul nucleo, con le bobine direttamente poggiate l'una sull'altra possiede la compattezza necessaria per resistere a forze elettrodinamiche dell'ordine di parecchie centinaia di tonnellate.

Gli avvolgimenti secondari offrono la possibilità di svariate tensioni d'uscita; per un rapido cambio dei collegamenti durante le prove i due isolatori passanti a 170 kV per ogni avvolgimento secondario comprendono ciascuno quattro prese: la tensione al secondario può così facilmente essere predisposta su 13 valori, che si ottengono dagli avvolgimenti secondario e terziario (10 - 20 - 40 kV e 15 - 30 - 60 kV) nonché dalle loro combinazioni (25 - 35 - 50 - 55 - 70 - 80 - 100 kV).

Il servizio di questi trasformatori, legato al ciclo di prova degli interruttori, è naturalmente di durata limitatissima, il che esime dal predisporre complessi sistemi di raffreddamento e permette di sfruttare i materiali al massimo grado.

Il trasformatore più grande finora costruito, cui si ac-

cennava più sopra, viene trasportato a destinazione con carro mobile speciale, già completamente trattato e impregnato d'olio; il cassone è sezionato ad una certa altezza per esigenze d'ingombro e chiuso da un coperchio provvisorio. Sul luogo vengono solo rimontati il coperchio ed i passanti e si effettua un trattamento finale per le connessioni superiori.

L'esperienza fatta ha portato naturalmente a diversi perfezionamenti particolari, specialmente nel controllo dei campi elettrici all'interno della macchina. Inoltre viene sempre eseguita, su modello appositamente costruito, in collaborazione con l'Istituto d'Elettrotecnica dell'Università di Padova, l'indagine sperimentale sulla migliore distribuzione delle tensioni transitorie. Alcuni laboratori acquirenti dei trasformatori per prove prevedono anche l'utilizzazione di questi modelli, per controllare in scala ridotta in anticipo lo schema di prova più favorevole.

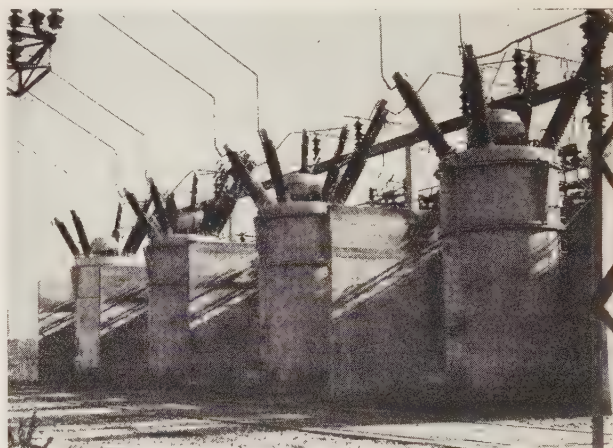


Fig. 1. — Gruppo di 4 trasformatori per prove di corto circuito della rete a 220 kV installati nel Laboratorio di Lambrate del CESI.

Di questi trasformatori per prove d'interruttori è in costruzione anche un gruppo speciale per prove indirette secondo lo schema di Skeats: si tratta di tre unità monofasi, destinate ad un Laboratorio di Berlino-Est, da collegare in cascata per raggiungere una tensione totale verso terra di 335 kV. La potenza di dimensionamento di queste unità è rispettivamente di 30 000, 20 000 e 12 000 kVA.

Nel campo dei trasformatori di potenza l'INDELVE, che ha realizzato fra l'altro trasformatori in classe d'isolamento per 150 kV, con commutazione sotto carico e per regolazione di tensione a schema diretto o indiretto, ha in costruzione attualmente un trasformatore ambulante da 25/25/25 MVA, a 3 avvolgimenti principali per 161-70 e 23 kV a 50 Hz.

È stato anche inviato all'estero un notevole numero di trasformatori di media potenza, fra i quali trasformatori in classe 120 kV con commutatore sotto carico, per sottostazioni del Venezuela, nonché, per la nuova capitale Brasilia, un reattore trifase in olio, con nucleo di ferro, da 10 000 kVar a 60 Hz, per tensione di alimentazione 15 000 V.

Per alcuni laboratori di prova di grande potenza sono

stati anche forniti, a corredo dei trasformatori, gruppi di reattori in aria per la regolazione della corrente.

L'INDELVE si è specializzata anche nella fornitura di speciali avvolgimenti di eccitazione a corrente continua

per grandi magneti destinati a laboratori esteri di ricerche scientifiche nucleari, avvolgimenti realizzati in conduttore cavo con circolazione interna dell'acqua di raffreddamento.

## LIBRI E PUBBLICAZIONI

H. NEUGEBAUER: *Selektivschutz*. (2ª edizione. Editore Springer, Berlino, 1958. 270 pagine, 272 figure, rilegato. Prezzo 28,50 DM).

Il bel libro di Neugebauer di cui già parlammo in occasione della prima edizione (1955) vede oggi la luce nella sua seconda edizione. Le variazioni rispetto alla prima sono molto modeste; il testo è sostanzialmente identico al precedente ed ugualmente lusinghiero non può non essere il nostro giudizio.

Eccellente la presentazione.

\*

R. KRETZMANN: *Handbuch der Automatisierungs-Technik*. (Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GMBH, Berlin, 1959. Un volume di 15 x 21 cm, di 484 pagine, con molte figure. Senza indicazione di prezzo).

Il curatore di questo manuale sulle tecniche dell'automazione è ben noto per altre sue pubblicazioni sulla elettronica industriale, presentate in lingua tedesca dalla stessa casa editrice di questo volume e assai diffuse anche nelle traduzioni che ne sono apparse nella biblioteca tecnica Philips.

Per questa opera, egli si è servito della collaborazione di altri otto specialisti, ai quali sono stati affidati i diversi capitoli, con carattere di trattazione autonoma, nei quali si articola il manuale. Come il Kretzmann stesso osserva, infatti, l'automazione ha un numero tale di aspetti diversi, nei vari campi applicativi, da rendere quanto mai difficile una presentazione panoramica generale e da richiedere, invece, un esame separato di ciascuna delle tecniche attraverso le quali essa viene attuata.

Il manuale, a differenza di altre pubblicazioni americane sull'argomento, recentemente apparse con titoli analoghi, ha più il carattere di una presentazione generale delle caratteristiche peculiari di ciascuna delle materie trattate che non quello di un formulario o di una raccolta di dati tecnici; molte trattazioni, anzi, hanno un carattere decisamente descrittivo. Pur con tale carattere, però, l'opera risulta utile anche dal punto di vista documentario, per il costante riferimento che in essa vien fatto alla produzione ed alla tecnica tedesche, forse meno familiari, al di fuori dei paesi di tale lingua, a chi si occupa di questo campo, nel quale la letteratura tecnica americana è molto ricca e molto diffusa.

L'opera si divide in due parti, la prima delle quali tratta degli strumenti della automatizzazione, mentre la seconda è dedicata ad una serie di panorami dei procedimenti automatici cui si ricorre nei diversi campi applicativi. In particolare la prima parte, accanto a capitoli sui componenti per sistemi di controllo e sulle calcolatrici elettroniche, ne comprende anche uno sulla teoria del controllo. In questo capitolo potrebbe, forse, essere giudicato criticabile, per certi rispedi, l'uso esclusivo della impostazione tradizionale della letteratura tedesca sull'argomento, anche quando questa impostazione si scosta notevolmente da quella della letteratura tecnica più aggiornata, accolta anche da altri autori di lingua tedesca.

Ottima la veste editoriale; numerose e sempre chiare le illustrazioni.

\*

BECKER - VOIGT: *Mathematisches Hilfsbuch für die Wechselstromtechnik*. (Editore Fachbuchverlag, Leipzig, 1959. 426 pagine, 130 figure, rilegato. Prezzo 7,80 DM).

Il volume è alla sua sesta edizione. Più che un vero testo di matematica esso è un « Hilfsmittel », che potremo tradurre in « strumento di lavoro » per chi è obbligato a chiedere alla matematica la soluzione dei problemi elettrici pratici.

Ma non si creda che il volume sia una semplice raccolta di

aride formule; gli Autori ci danno infatti molto di più della sola formula risolutiva! Così impostato il volume è ugualmente utile sia all'ingegnere che voglia avere, a portata di mano, un comodo « suggeritore » per lo sviluppo dei problemi che gli si presentano, sia allo studente, che vi troverà un prezioso complemento ai corsi di matematica pura e a quelli di elettrotecnica; questo complemento darà la più chiara visione di come dalle matematiche teoriche discenda quell'altra matematica, detta *pratica*, o degli *ingegneri*, che ha per oggetto il calcolo numerico delle soluzioni di ogni problema tecnico.

Molto opportunamente gli Autori hanno corredato il testo di una eccellente collezione di problemi interamente risolti. In questo campo non si farà mai abbastanza l'elogio dei problemi concreti, di cui si domanda la soluzione numerica; di problemi cioè, che possono dirsi veramente « dell'ingegnere ».

Ecco il contenuto del volume: numeri complessi; componenti simmetriche; la retta ed il cerchio come luoghi geometrici; funzioni circolari ed iperboliche; le tre principali equazioni differenziali; l'analisi armonica; bipoli e quadripoli; matrici.

Buona la presentazione.

\*

G. FIEGEL: *Der Durchhang von Starkstrom - Freileitungen und seine Berechnung*. (Editore Fachbuchverlag, Lipsia, 1956. 143 pagine, 30 figure, 7 tavole, 21 tabelle, rilegato. Senza indicazione di prezzo).

Il volume comprende:

— *Linee su isolatori rigidi*. Studio della catenaria per campata a livello, sia con l'approssimazione parabolica, sia con le formule iperboliche esatte; cambiamento di stato; procedimento grafico del Truxa. Studio delle campate con dislivello.

— *Linee su isolatori sospesi*. Studio della inclinazione della catena di isolatori, ecc. sempre nei due casi di campata a livello e di campata con dislivello.

— *Serie di campate fra due punti di amarro*. Studio dell'equilibrio di una « tratta », della rottura del conduttore, ecc. Il calcolo meccanico dei conduttori è qui sviluppato in forma assai completa, con numerosi esempi di calcolo completamente risolti. Tabelle e tavole molto accuratamente compilate, facilitano la risoluzione dei problemi pratici.

È notevole il fatto che non vi è traccia, nel testo, della variazione del modulo di elasticità, e che i tiri e i pesi, solitamente espressi in kg, sono qui espressi in kp.

Buona la presentazione.

\*

JOSEF STANEK: *Einführung in die Vektorrechnung für Elektrotechniker*. (Editore VEB Verlag Technik, Berlin, 1958. 127 pagine, 43 figure, rilegato. Senza indicazione di prezzo).

Piccolo libro denso di contenuto, certamente assai utile anche se non di facile lettura, a chi desidera approfondire l'analisi vettoriale e il calcolo tensoriale.

I tecnici che apprezzino la concisione e la speditezza con cui può esporsi l'elettrotecnica quando si adottino notazioni vettoriali, troveranno certamente in questo volume una utile guida. Il primo capitolo è riservato dall'A. al calcolo vettoriale classico; il secondo all'analisi vettoriale; il terzo alla risoluzione, sempre con notazioni vettoriali, di alcuni fondamentali problemi dell'elettrotecnica (eq. di Maxwell, Laplace, Poisson, legge di Biot-Savart, onde elettromagnetiche, distribuzione della corrente nei conduttori, flusso di corrente fra anodo e catodo cilindrici).

Buona la presentazione.



SUNDARAM SESHU - NORMAN BALABANIAN: *Linear Network Analysis*. (Editore John Wiley & Sons, New York, 1959. 571 pagine, rilegato. Senza indicazione di prezzo).

Gli Autori, entrambi professori alla Syracuse University, hanno raccolto in questo volume le loro lezioni agli allievi della stessa Università, su quella moderna ed interessante materia che potremmo chiamare « la matematica dei circuiti elettrici ». In questo campo sono già numerosi i volumi pubblicati, soprattutto in America. Ma l'opera che qui si recensisce si differenzia sostanzialmente dalle altre, pur tanto meritevoli, che l'hanno preceduta sullo stesso argomento. Ciò deriva soprattutto dal fatto che gli AA. non fanno alcuna distinzione fra lo studio del comportamento a regime e quello in periodo transitorio, e che i circuiti attivi e passivi sono qui trattati simultaneamente fin dalle prime pagine.

Dopo un primo capitolo sui concetti fondamentali, il secondo capitolo espone le equazioni ai nodi e quelle delle maglie, con immediata introduzione della trasformata di Laplace. Il terzo capitolo concerne l'algebra matriciale e la topologia elementare. Il quarto capitolo tratta dell'analisi generale del circuito, con la formulazione delle oramai classiche funzioni che legano correnti e tensioni in un punto del circuito, alle correnti e tensioni all'« entrata ». Il quinto capitolo esamina i classici aspetti del comportamento del circuito, i teoremi fondamentali (Thevenin, principio di sovrapposizione, di reciprocità, ecc.). Il sesto capitolo è tra i più singolari: si tratta infatti di valutare la risposta di un circuito ad una arbitraria funzione « entrante », non più quando è noto il circuito, ma quando si conosca la sua risposta ad una funzione in entrata « standard » (ad es. funzione unitaria, funzione impulsiva, ecc.). Il capitolo settimo è riservato alla rappresentazione, sul piano complesso, delle funzioni caratteristiche (esame della distribuzione dei poli e degli zeri, diagramma di Bode, analogia con la distribuzione del potenziale, ecc. ecc.). Il capitolo ottavo tratta dei quadripoli, il capitolo nono delle proprietà analitiche delle funzioni caratteristiche del circuito, il capitolo decimo è riservato al « feedback network », ai criteri di stabilità, ecc., e infine il capitolo undecimo alle teorie dei filtri. Il volume termina con una appendice su vari argomenti strettamente matematici, e con un'ampia bibliografia.

Ad ogni capitolo corrisponde una eccellente raccolta di esercizi.

Come già detto la oramai classica « matematica dei circuiti » è qui svolta secondo uno schema assai originale, con la massima compattezza e notevole eleganza. Il volume è scritto in modo chiaro, veramente encomiabile; è evidente la lodevole intenzione di facilitare al massimo gli allievi nello studio di questa non facile materia; possiamo ben dire che lo sforzo maggiore degli AA. sembra essersi concentrato nel pregevole intento di ridurre le ben note difficoltà matematiche al minimo possibile. Non fosse che per questa loro nobile fatica, per questa costante preoccupazione di non lasciarsi trasportare dalle occasioni di « far della matematica » (e qui le occasioni proprio non mancano!) gli AA. vanno sinceramente felicitati.

Ottima la presentazione.

✱

GUNTAM LESCH - E. BAUMANN: *Lehrbuch der Hochspannungstechnik*. (Editore Springer, Berlino, 1959. 444 pagine, rilegato. Senza indicazione di prezzo).

Il prof. G. Lesch della Università Fridericiana di Karlsruhe, improvvisamente scomparso nel 1956, non ha potuto condurre a termine l'opera che doveva raccogliere le sue lezioni; il prof. E. Baumann della stessa Università, con la collaborazione di non pochi specialisti, ha ordinato e completato il materiale lasciato dal prof. Lesch ed ha curato la pubblicazione dell'opera che qui si recensisce.

Non possiamo che lodare senza restrizioni questo bel volume sulla « tecnica delle alte tensioni ». Innanzitutto ci sembra quanto mai felice la sua impostazione in tre grandi parti:

A) *Fondamenti teorici* (essenzialmente: elettrostatica teorica e pratica).

B) *Rigidità dielettrica degli isolanti* (solidi, fluidi, gasosi) e loro comportamento nel campo elettrico (in altre parole, studio della attitudine dei diversi isolanti a resistere alle sollecitazioni cui sono sottoposti).

C) *Sovratensioni delle macchine e delle apparecchiature elettriche in servizio* (cioè valutazione delle sollecitazioni massime cui saranno sottoposti gli isolanti).

È evidente insomma già da questa ripartizione della materia, che il volume è stato concepito da un ingegnere per gli ingegneri, con finalità pratiche che tutte si compendiano nello studio delle sollecitazioni degli isolanti, e in quello della migliore utilizzazione degli stessi isolanti per gli svariati compiti che loro competono nelle più diverse macchine ed apparecchiature elettriche.

L'analogia fra la « tecnica delle alte tensioni » ed i corsi di resistenza dei materiali non potrebbe essere più evidente. Anche qui il problema è sostanzialmente quello di sapere con sufficiente esattezza come si comportano i materiali che dobbiamo impiegare e quale è la sollecitazione massima cui debbono essere sottoposti.

Il volume, riccamente illustrato, non può che raccomandarsi a quanti abbiano a cuore la preparazione dei tecnici specializzati nelle costruzioni elettromeccaniche.

Eccellente la presentazione.

✱

S. J. COTTON: *Mathematics for Telecommunication Engineers*. (Editore Chapman Hall Ltd, London, 1959. 245 pagine, rilegato. Prezzo 37 s 6 d).

« Ancora un libro di matematica per i nostri allievi! », scrive l'A. nella prefazione e spiega che il volume dovrebbe colmare un « vuoto » fra la preparazione matematica delle scuole che chiameremo « medie » e quella necessaria agli ingegneri (e più particolarmente agli specialisti delle telecomunicazioni) per seguire i corsi superiori, per comprendere gli articoli delle riviste specializzate, ecc. ecc.

Il volume è dunque destinato ad una classe ben delimitata di lettori, in relazione alla loro preparazione e alla necessità di dar loro un « complemento di preparazione » su alcuni particolari capitoli della matematica applicata.

Ma anche ad una classe più vasta di lettori il lavoro dell'A. può risultare utile, quale comodo mezzo per rinfrescare le idee su alcuni procedimenti matematici, e su alcune difficoltà che l'ingegnere può sempre incontrare nello svolgimento dei suoi lavori.

Alcuni capitoli sono molto felicemente presentati, ad es. quelli che chiameremo di « ricapitolazione » del calcolo differenziale ed integrale, delle serie, delle funzioni trigonometriche ed iperboliche, delle equazioni differenziali. Altri capitoli, su argomenti di ordine più elevato, ci sembrano invece troppo succintamente sviluppati e quindi di difficile comprensione per chi non sia già assai allenato a questi studi. Alludiamo alla teoria delle funzioni di variabile complessa, all'analisi armonica (serie di Fourier, trasformazione di Laplace, ecc.), alle funzioni speciali (funzioni di Bessel, funzioni Gamma, ecc.), alla teoria delle probabilità e alla statistica.

Un notevole pregio del volume è costituito dai numerosi esercizi che l'A. propone al lettore e di cui sono anche riportate le soluzioni.

Molto buona la presentazione.

✱

W. HEISENBERG - E. SCHRÖDINGER - M. BORN - P. AUGER: *Discussione sulla fisica moderna*. (Edizioni Scientifiche Einaudi, 1959. 138 pagine. Prezzo L. 1200).

Quattro grandi ricercatori parlano ai profani evitando quelle espressioni che per essere comprensibili solo nel cerchio degli iniziati, renderebbero vano ogni sforzo da parte del « lettore comune » inteso a comprendere cosa è successo e cosa sta succedendo nella fisica moderna. Da quanto dicono i quattro ricercatori il lettore ha un quadro abbastanza completo dei risultati finora raggiunti nella conoscenza della natura, e quindi del grado di precisione con cui, oggi, ci è consentito di spiegare il mondo in cui viviamo.

Libro quanto mai interessante, denso di « questioni », di « problemi » tuttora controversi, libro che pone in chiara luce il grande travaglio della cultura moderna, lo sforzo mirabile di tante intelligenze verso la sempre più profonda ed intima conoscenza della natura.

Molto buona la presentazione.

Per il cambio di indirizzo inviare L. 150 unitamente alla fascetta vecchia

L. G. Austin — **Pila a combustibile.** (Scientific American, ottobre 1959, pag. 72).

I classici impianti di produzione di energia per via termica si avviano ormai a toccare i massimi valori del rendimento praticamente possibile. La attenzione dei tecnici si rivolge perciò, da qualche tempo, a metodi che permettano di convertire direttamente l'energia chimica in energia elettrica senza passare attraverso cicli termici (impianti a vapore, motori a combustione interna, turbine a gas ecc.).

Già nel 1839 l'inglese Sir William Grove costruì una batteria chimica nella quale la nota reazione di produzione d'acqua dalla combinazione dell'idrogeno con l'ossigeno, dava luogo alla generazione di una corrente elettrica. Pochi anni più tardi, pure in Inghilterra, i chimici Ludwig Mond e Carl Lange costruirono un altro dispositivo analogo che chiamarono pila a combustibile.

Ma l'affermarsi vittorioso della dinamo troncò queste ricerche e solo nel 1944 l'argomento fu ripreso attivamente in considerazione e portato avanti con successo.

Anche le ordinarie pile convertono energia chimica direttamente in energia elettrica ma esse adoperano prodotti secondari costosi, come zinco, piombo, o mercurio, i quali devono venire prodotti e raffinati con notevole consumo di energia, ricavata dai combustibili fossili o dalle risorse idroelettriche.

Le pile a combustibile devono utilizzare i combustibili fondamentali direttamente o quasi. In teoria una pila a combustibile può arrivare quasi a un rendimento del 100 % nel convertire l'energia del combustibile in energia elettrica, e rendimenti del 75 % (circa il doppio di quelli degli impianti classici) sono ben raggiungibili in pratica.

Le pile a combustibile, oltre all'altissimo rendimento, offrono attualmente altri motivi di interesse. Così, nella tecnica dei satelliti artificiali esse possono risolvere il problema di una piccola e leggera sorgente di energia capace di produrre una rilevante potenza utilizzando combustibili liquidi o gassosi e ossigeno, facilmente immagazzinabili. Nei trasporti urbani, vetture equipaggiate con pile a combustibile potrebbero sostituire con vantaggio le vetture a accumulatori, riuscendo assai più leggere e facili a essere rifornite con semplice riempimento dei serbatoi.

La realizzazione di questi programmi richiede però ancora molti studi. Per rendersi conto delle difficoltà che si incontrano, si consideri una pila a combustibile nella quale idrogeno e ossigeno si combinano per produrre acqua e energia elettrica. L'idrogeno e l'ossigeno tendono a combinarsi perchè, separati, possiedono più energia dell'acqua ma a temperatura ordinaria occorre qualche forma di attivazione per portare le molecole a quel livello di energia al quale la reazione si innesca. Il fenomeno si può visualizzare considerando che non tutte le molecole presenti hanno la stessa energia e che, per intervenire nella reazione esse devono superare un certo livello o barriera di energia: aumentando la temperatura del miscuglio idrogeno-ossigeno, gradatamente un numero sempre maggiore di molecole arriva a superare la barriera di energia finchè verso 500 °C la miscela diventa esplosiva e la energia chimica si trasmuta in calore.

In una pila a combustione idrogeno-ossigeno le cose sono combinate in modo che la reazione avviene per gradi con una più piccola attivazione per ogni grado, come se le molecole, anzichè superare in un sol salto la barriera di energia che le separa dalla combinazione, la superassero con successivi piccoli salti: la reazione procede tranquillamente a temperatura ambiente. La pila è consegnata in modo che uno dei salti essenziali nella reazione è il

trasferimento di elettroni dal terminale negativo a quello positivo attraverso un collegamento elettrico nel quale quindi scorre una corrente. Così una gran parte della energia chimica messa in gioco, anzichè convertirsi in calore, si converte direttamente in energia elettrica.

La pila consiste in due elettrodi porosi separati da un elettrolita che è una soluzione concentrata di idrato di sodio o di potassio. Nella parte negativa della pila l'idrogeno si diffonde attraverso l'elettrodo; le molecole di idrogeno, in presenza di un catalizzatore, vengono adsorbite sulla superficie in forma di atomi di idrogeno che reagiscono con gli ioni ossidrilici OH dell'elettrolita generando acqua e cedendo elettroni all'elettrodo; l'acqua passa nell'elettrolita (fig. 1).

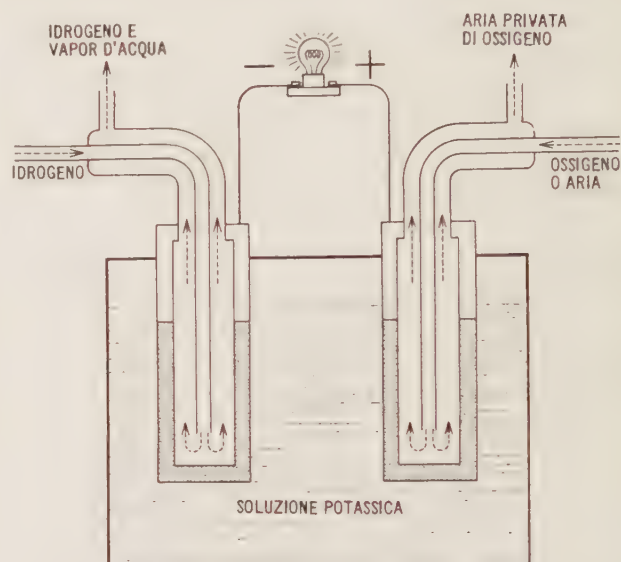


Fig. 1. — Schema di una pila a idrogeno-ossigeno.

I due elettrodi porosi di carbonio (punteggiati) sono immersi nell'elettrolita (soluzione di idrato di potassio). I due gas si diffondono rispettivamente nei due elettrodi e reagiscono formando acqua e liberando elettroni che fluiscono nel circuito esterno.

Il flusso di tali elettroni attraverso il circuito esterno verso l'altro elettrodo rappresenta la potenza generata dalla pila. Nella parte positiva di questa l'ossigeno si diffonde attraverso l'elettrodo e viene adsorbito alla sua superficie, e in presenza dell'acqua e degli elettroni in arrivo dà luogo alla formazione di ioni ossidrilici, grazie alla presenza del catalizzatore. Gli ioni ossidrilici completano il ciclo migrando verso l'altro elettrodo.

Se il circuito esterno viene interrotto, sulla faccia dell'elettrodo dalla parte dell'idrogeno si accumula uno strato di cariche negative che attirano nell'elettrolita uno strato di ioni di sodio o di potassio carichi positivamente; un analogo processo di compensazione si compie all'altro elettrodo. Questi « doppi strati » elettrici impediscono il proseguire della reazione fra i gas e l'elettrolita (fig. 2).

Quando il circuito esterno è chiuso e presenta una resistenza elevata la reazione procede a ritmo moderato e una parte dell'energia è sviluppata sotto forma elettrica mentre solo una piccola parte si manifesta come calore. In ogni caso però una parte dell'energia va spesa nel far procedere la reazione chimica oltre la barriera delle energie di attivazione entro la pila e appare come calore nella pila. La funzione del catalizzatore è quella di ridurre questa spesa di energia facilitando la reazione (fig. 3).



Se la resistenza del circuito esterno diminuisce, la corrente aumenta e aumenta anche l'energia spesa nell'interno della pila: con l'accelerarsi della reazione le perdite in calore crescono rapidamente. A resistenza nulla (corto circuito) la reazione è così rapida che equivale a una combustione e genera soltanto calore.

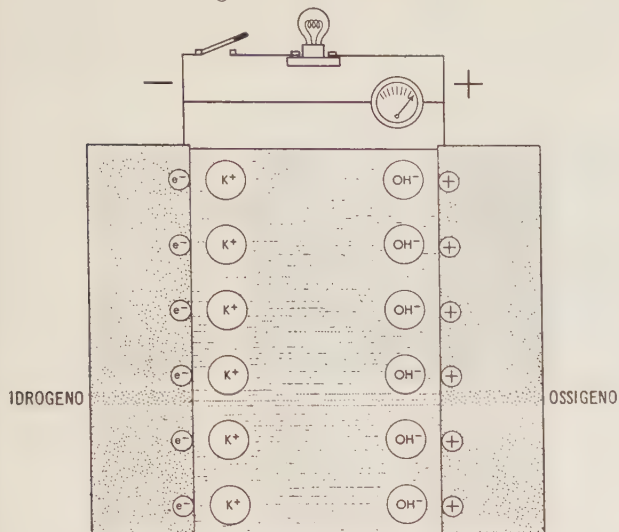


Fig. 2. - La pila con circuito esterno aperto.

Sulla superficie dell'elettrodo a idrogeno si accumula uno strato di cariche negative che attraggono gli ioni positivi di potassio; analogamente l'elettrodo a ossigeno attrae gli ioni negativi. Questi due strati impediscono il proseguimento della reazione fra i gas e l'elettrolita.

La pila consuma anche energia per far passare i gas attraverso gli elettrodi, per trasportare gli ioni ossidrilici da un elettrodo all'altro e per superare la resistenza degli stessi elettrodi. La tensione generata dalla pila è perciò inferiore al valore teorico ideale ma un rendimento del 75 % è facilmente realizzabile.

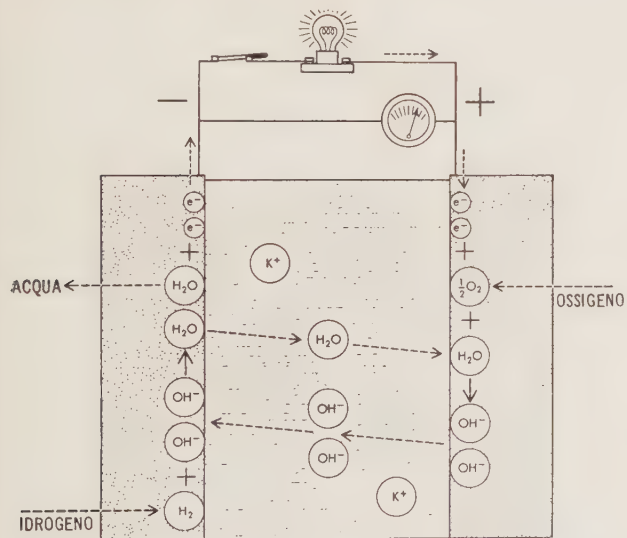


Fig. 3. - La pila con circuito esterno chiuso.

Si manifesta un flusso di elettroni. Il catalizzatore contenuto nell'elettrodo dissocia le molecole di idrogeno in singoli atomi che si combinano con gli ioni ossidrilici per formare acqua: il processo cede all'elettrodo elettroni i quali fluiscono, nel circuito esterno, all'elettrodo positivo dove si combinano con l'ossigeno e l'acqua per formare ioni ossidrilici; il circuito si chiude con la migrazione di quest. attraverso l'elettrolita.

Allo stato attuale della tecnica ci sono altre considerazioni che hanno anche maggiore importanza, per certe applicazioni, dell'elevato rendimento. Un criterio, ad esempio, è quello della potenza generabile per unità di volume di ingombro; un altro è quello della durata di vita utile.

In una tipica pila idrogeno-ossigeno si usano elettrodi di carbone poroso impregnati di catalizzatori: fini particelle di platino o palladio nell'elettrodo a idrogeno, e ossido di cobalto, platino o argento nell'elettrodo a ossigeno. Per impedire che l'elettrolita penetri in massa nei pori degli elettrodi, questi vengono ricoperti da uno straterello, all'incirca monomolecolare, di paraffina che permette il passaggio solo di singole molecole d'acqua. Gli elettrodi sono di solito a forma di cilindri concentrici o di piastre affacciate. Le prime pile a combustione che hanno trovato pratica applicazione furono pile di questo tipo costruite dalla National Carbon Company e adottate dalle forze armate americane per radar portatili; alcune di esse sono state in servizio per oltre un anno senza manifestare alcun deterioramento.

Le pile idrogeno-ossigeno, utili per certi particolari usi, hanno però un campo di applicazione limitato; l'idrogeno è un combustibile caro e la loro potenza specifica, che è di circa 30 kW per m<sup>3</sup>, le rende troppo ingombranti per l'uso su veicoli.

Un metodo per migliorare il comportamento di queste pile è quello di farle funzionare a pressione elevata e ad alta temperatura; con opportune precauzioni costruttive si può fare in modo che il calore stesso generato dalla pila serva per mantenerla alla temperatura voluta.

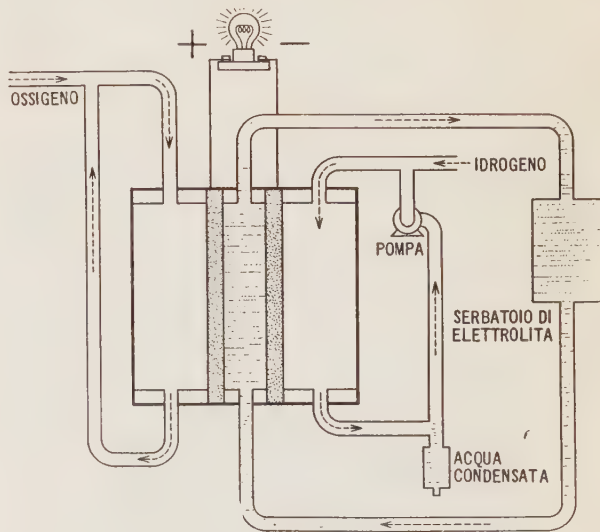


Fig. 4. - Schema della pila idrogeno-ossigeno.  
di F. T. Bacon.

Consiste fondamentalmente in una soluzione di elettrolita compresa fra due sottili elettrodi di nichel poroso. I gas, sotto pressione, si diffondono attraverso gli elettrodi e reagiscono con l'elettrolita contenuto nelle fini porosità della superficie opposta.

Il tipo più noto delle pile di questo genere è quello studiato da F. T. Bacon, dell'Università di Cambridge. Essa funziona a temperature fino a 250 °C e con gas a pressione fino a 56 kg/cm<sup>2</sup>; gli elettrodi sono di nichel poroso, di 1,6 mm di spessore, a forma di dischi o piastre; l'elettrolita è una soluzione concentrata di idrato potassico. Le pile Bacon producono una potenza, per unità di volume, 6 volte superiore a quella delle pile a bassa temperatura e si presentano promettenti per impieghi sugli aerei: possono dare fino a oltre 300 W per kg (fig. 4).

Per produrre economicamente energia su larga scala, le pile a combustione devono bruciare combustibili di basso costo: gas naturali, nafta, gas d'acqua. Per ricavare energia da tali combustibili bisogna funzionare a non meno di 500 °C. Si può ricorrere a elettroliti costituiti da sali fusi, di solito carbonato di sodio o di potassio mescolato con carbonato di litio per abbassare il punto di fusione. Nei tipi più efficienti di questa categoria l'elettrolita è contenuto entro una matrice di materiale refratt-

tario poroso; gli elettrodi, costituiti da vari metalli o ossidi metallici, sono fortemente premuti contro l'elettrolita « solido ».

In queste pile, generalmente, il combustibile viene scomposto in idrogeno e ossido di carbonio mediante reazione con vapore e anidride carbonica che la pila genera come sottoprodotti. Questo processo di cracking può essere condotto entro la pila stessa o esternamente ad

chiamata « redox ». In essa il combustibile e l'ossigeno non reagiscono direttamente fra loro. Infatti combustibile e ossigeno sono fatti reagire con altre sostanze in apparecchi « rigeneratori », fuori dalla pila, per produrre prodotti intermedi che generano poi corrente nella pila; la reazione risultante equivale tuttavia a una combustione perchè i prodotti intermedi vengono rigenerati.

Un modello tipico di pila redox, costruita in Inghil-

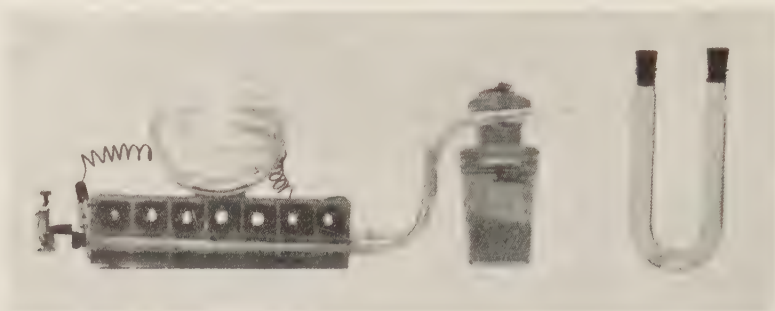


Fig. 5. - Modello da laboratorio di una pila in cui idrogeno reagisce con ossigeno dell'aria.

L'idrogeno è prodotto (a destra) facendo cadere acqua su idruo di calcio; il gas fluisce attraverso tubi di carbone in un blocco di lucite dove reagisce con un elettrolita il quale a sua volta reagisce con l'ossigeno che si diffonde nei tubi di carbone. La pila può produrre 3 W.

essa. Nella reazione per produrre l'energia elettrica, l'idrogeno e l'ossido di carbonio si diffondono nell'elettrodo negativo dove reagiscono con gli ioni  $\text{CO}_3$  formando anidride carbonica e acqua e cedendo elettroni all'elettrodo. All'elettrodo positivo l'ossigeno, o l'aria, assumono gli elettroni che arrivano dal circuito esterno e reagiscono

terra da Sir Eric Rideal, impiega sali di stagno e bromo come sostanze intermedie. Il combustibile riduce gli ioni stagno (cioè vi aggiunge elettroni) i quali cedono gli elettroni ricevuti all'elettrodo negativo e tornano a reagire con altro combustibile; analogamente l'ossigeno ossida (cioè toglie loro elettroni) gli ioni bromo convertendoli in

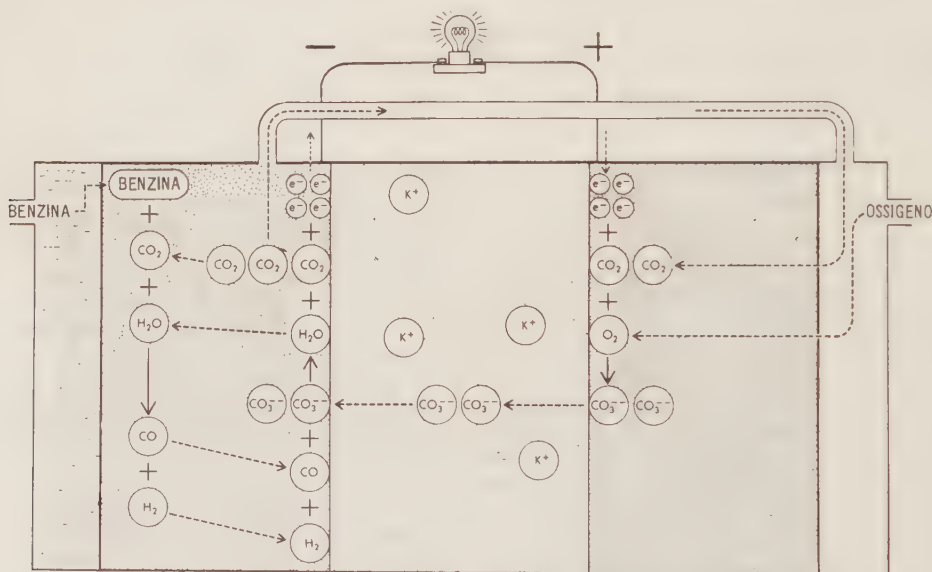


Fig. 6. - Pila ad alta temperatura.

La pila funziona a oltre 500 °C consumando benzina o gas naturale. I due elettrodi sono fortemente compressi contro un elettrolita « solido » costituito generalmente da un sale fuso (carbonato potassico ecc.). Il combustibile viene decomposto dando idrogeno e ossido di carbonio: i gas si diffondono nell'elettrodo negativo dove reagiscono con gli ioni del carbonato dell'elettrolita formando anidride carbonica e acqua e cedendo elettroni. Questi fluiscono, esternamente, fino all'elettrodo positivo dove si uniscono all'ossigeno e alla anidride carbonica per rigenerare ioni carbonici che fluiscono verso l'elettrodo negativo.

con l'anidride carbonica per produrre ioni  $\text{CO}_3$  che emigrano attraverso l'elettrolita (fig. 6).

Le pile ad alta temperatura, studiate dopo l'ultima guerra, hanno ancora caratteristiche modeste: le migliori producono non più di 17 kW/m<sup>3</sup>, circa la metà di quelle o idrogeno-ossigeno; tuttavia si spera di poterne aumentare l'efficienza fino a 10 volte e più.

Un tipo particolare di pila a combustione è quella

bromo molecolare che assumono elettroni dall'elettrodo positivo e ripristinano ioni bromo (fig. 7).

Una pila analoga che impiega sali di titanio anziché di stagno, è allo studio presso la General Electric Co.

In linea di principio le pile redox sono capaci di raggiungere elevati rendimenti; i prodotti intermedi possono essere scelti in modo che le reazioni agli elettrodi siano rapide e si possano ottenere correnti di intensità elevata,



con piccole perdite; con catalizzatori opportuni le reazioni di rigenerazione possono raggiungere rendimenti soddisfacenti. Tuttavia restano ancora da risolvere alcuni problemi. Fra l'altro i due sistemi di elettroliti devono

Se si riuscirà a migliorare notevolmente le caratteristiche delle pile ad alta temperatura si potranno produrre grandi quantità di energia elettrica bruciando gas naturale presso l'origine. L'energia sarebbe naturalmente

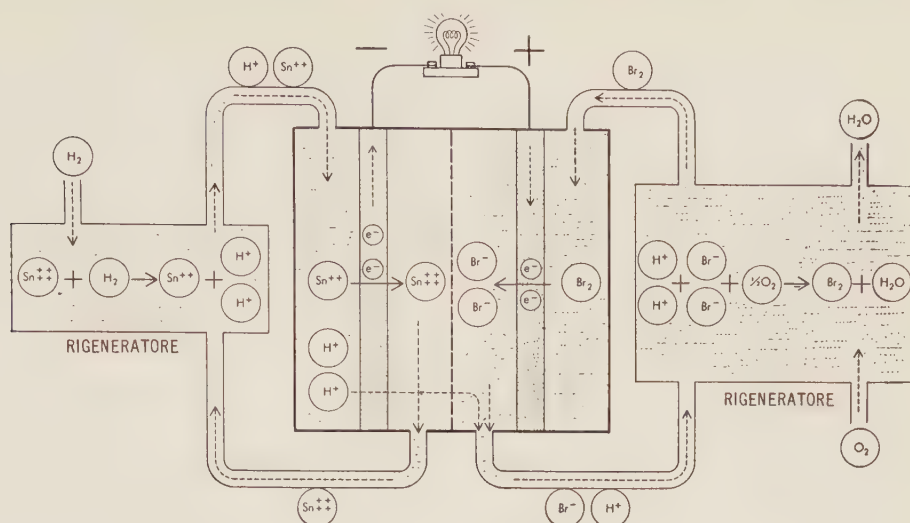


Fig. 7. - Pila redox.

L'idrogeno riduce gli ioni stagno i quali poi cedono elettroni all'elettrodo; essi fluiscono all'elettrodo positivo. Dalla parte positiva della pila, l'ossigeno ossida gli ioni bromo convertendoli in bromo; a loro volta gli elettroni, arrivando nell'elettrodo positivo, ripristinano gli ioni bromo.

essere tenuti separati fra loro da una membrana impermeabile per impedire che il bromo vada a reagire con lo stagno o il titanio: tutte le membrane di questo tipo finora conosciute presentano una elevata resistenza elettrica.

I tecnici stanno studiando numerosi altri cicli di reazioni i quali tutti presentano difficoltà che si ritengono tuttavia superabili.

Secondo l'A. le pile a bassa o moderata temperatura a idrogeno-ossigeno sono destinate a diffondersi come sorgenti di energia leggera e facili da caricare. La realizzazione di recipienti leggeri e robusti, forse fatti di fibre di vetro impregnate di materie plastiche, permetterà di ridurre il peso (se non il volume) necessario per accumulare i gas da far reagire. Nelle applicazioni dove il costo non è molto importante, l'idrogeno può essere accumulato come idruro di litio (solido) e l'ossigeno come perossido di calcio (solido). Le pile a media temperatura sembrano opportune per la propulsione di sottomarini i quali potrebbero compiere lunghe crociere senza avere bisogno di venire alla superficie, come i sottomarini a propulsione nucleare, col vantaggio di essere di funzionamento molto più semplice e silenzioso.

Le pile a idrogeno-ossigeno possono anche prestarsi a utilizzare il calore solare. Allo Stanford Research Institute è stato realizzato un procedimento catalitico per decomporre l'acqua in idrogeno e ossigeno con la radiazione solare; il sistema, impiegato in collegamento con pile a combustione le quali ricombinerebbero i due gas riproducendo acqua, permetterebbe di costruire impianti di fotolisi solare che, sfruttando 2 km<sup>2</sup> di deserto potrebbero dare una potenza continua di 100.000 kW; il rendimento complessivo di tale impianto, stimato del 25 %, sarebbe eguale a due volte e mezza quello delle attuali batterie solari o caldaie solari.

Come impianti ausiliari di centrali elettronucleari, le pile idrogeno-ossigeno possono contribuire a ridurre il costo dell'energia nucleare. Le centrali nucleari, devono per ragioni economiche, essere fatte funzionare continuamente alla potenza massima: l'energia generata nelle ore di basso carico potrebbe venire usata per elettrolisi di acqua producendo ossigeno e idrogeno; questi potrebbero restituire l'energia nelle ore di punta reagendo in pile a combustione.

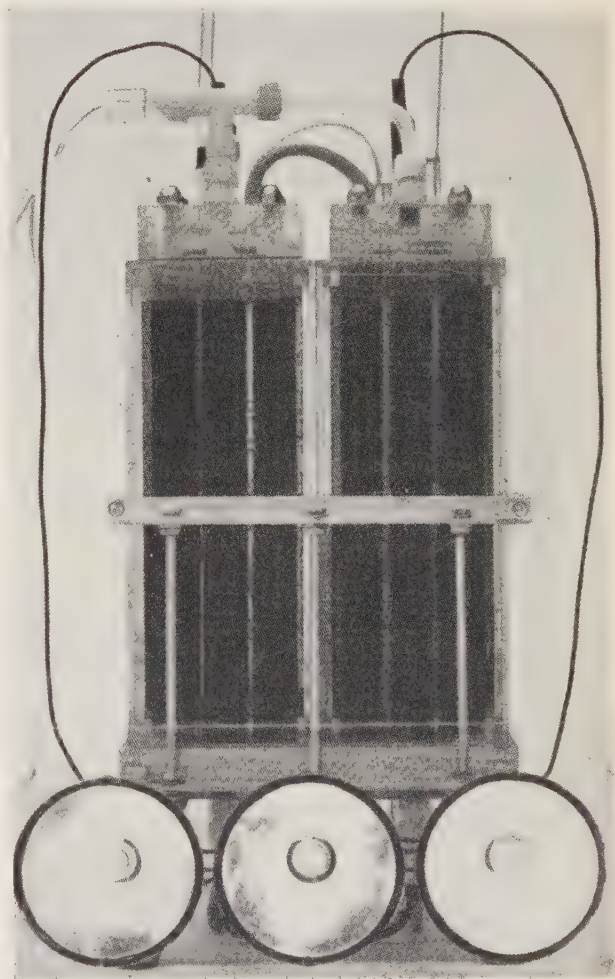


Fig. 8. - Pila sperimentale.

Funziona a temperatura ambiente e a pressione atmosferica. Produce 20 W, che possono accendere 3 lampade. I due recipienti di lucite che compongono la pila contengono una soluzione elettrolitica e nove elettrodi porosi di carbone, 4 per l'idrogeno e 5 per l'ossigeno.

prodotta sotto forma di corrente continua e a bassa tensione, anche collegando molte pile in serie. Le applicazioni potrebbero quindi riguardare le industrie elettrochimiche, come quelle della produzione di alluminio.

Una applicazione singolare che si può prevedere riguarda certe industrie chimiche. Con facili modificazioni, una pila a bassa temperatura può essere resa adatta a impiegare, invece di idrogeno, un combustibile liquido, come l'alcool metilico che si ossida formando acido formico. L'energia generata è piccola ma si ottiene un acido formico molto puro. Analogamente si può impiegare alcool etilico ricavando acido acetico che è una importante materia prima per molte industrie. Le pile verrebbero così utilizzate per ricavare prodotti chimici più che energia elettrica!

Tentativi fatti per costruire pile che impieghino direttamente carbone o coke non hanno dato buoni risultati.

Molto più promettente è l'impiego di una miscela di idrogeno, ossido di carbonio e idrocarburi, quale si può ricavare dal carbone: la miscela, depurata dal catrame potrebbe essere immessa ancora calda direttamente nella pila. Non si è però ancora trovato un mezzo veramente economico per ottenere la miscela gassosa.

Una pila di notevole potenza e che funzionasse con combustibile liquido troverebbe applicazione nell'automobilismo e nella trazione elettrica; bisognerebbe però trovare un artificio opportuno per riscaldare la pila fino alla temperatura di funzionamento: la pila ad alta temperatura non è autoavviante.

Le possibilità delle pile a combustibile sono vaste ma forse non tutte potranno essere realizzate. Ulteriori pazienti ricerche sono ancora necessarie in questo campo.

N.



## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

POSTA SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
ERETTA IN ENTE MORALE IL 3 FEBBRAIO 1910

### Minuta di verbale

dell'Assemblea Generale Ordinaria tenuta a Venezia  
il 30 Settembre 1959

L'Assemblea si è riunita, in seconda convocazione, alle ore 17, nella sala del Cenacolo Palladiano della Fondazione Giorgio Cini all'Isola di San Giorgio a Venezia col seguente

#### ORDINE DEL GIORNO

1. Approvazione del verbale dell'Assemblea precedente (pubblicato come minuta a pag. 49 de « L'Elettrotecnica » del gennaio 1959).
2. Relazioni e comunicazioni della Presidenza.
3. Soci emeriti e benemeriti.
4. Premi.
5. Rendiconto economico 1958.
6. Revisori dei conti e Revisori supplenti.
7. Eventuali.

Presiede il Presidente Generale *Angelini* con i Vice Presidenti *Mainardis* e *Tedeschi*.

Sono presenti gli ex Presidenti Generali *Bauchiero*, *Cenzato* e *Someda*.

La seduta ha inizio alle ore 17,10 ed il *Presidente*, dopo aver rivolto un saluto ai convenuti, passa allo svolgimento dell'ordine del giorno.

1. - APPROVAZIONE DEL VERBALE DELL'ASSEMBLEA PRECEDENTE (Bari, 1° ottobre 1958).

Il *Presidente* ricorda che una minuta del verbale è stata pubblicata nel fascicolo di gennaio della rivista « L'Elettrotecnica » a pag. 49 ed informa che su di essa non sono pervenute osservazioni. Pertanto se neanche i presenti avranno osservazioni da fare il verbale si intenderà approvato.

Poichè nessuno dei presenti chiede la parola il *Presidente* dichiara approvato il verbale.

2. - RELAZIONE E COMUNICAZIONI DELLA PRESIDENZA.

Il *Presidente* alzatosi in piedi, inizia le sue comunicazioni ricordando i colleghi venuti a mancare dopo la precedente Assemblea.

Alzatisi pure i presenti, in segno di omaggio, il *Presidente* legge l'elenco dei soci defunti. Essi sono:

Sezione Adriatica: *Zanni* Francesco.

Sezione di Bologna: *Amati* Giuseppe, *Ferranti* Piero, *Fornciacari* Giuseppe, *Todesco* Giorgio, *Vittorelli* Vittore.

Sezione di Catania: *Pirrone* Antonio.

Sezione di Firenze: *Bacci* Adolfo, *Nigi* Arrigo, *Terenziani* Aldo.

Sezione di Genova: *Avanzini* Domenico, *Barabino* Salvatore, *Mancini* Giovanni, *Manzitti* Camillo.

Sezione di Livorno: *Cervesi* Andrea, *Staderini* Pietro.

Sezione di Milano: *Affieri* Luigi, *Alberti* Aurelio, *Andronio* Giuseppe, *Bacchini* Cesare, *Camparada* Nino, *Colombo* Vitaliano, *Comboni* Giuseppe, *Cozzi* Vincenzo, *Dell'Avallè* Arnaldo, *Emanuelli* Luigi, *Isola* Renato, *Longoni* Francesco, *Malfassi* Leonardo, *Martinelli* Luigi, *Molinari* Henry, *Montagna* Alessandro, *Morandi* Enrico, *Pallotta* Umberto, *Riganti* Ugo, *Serafini* Tito, *Testa* Angelo, *Volonterio* Mario.

Sezione di Napoli: *Cremona* Giuseppe, *Sinibaldi* Augusto.

Sezione di Palermo: *Modica* Alfonso, *Terranova* Giorgio.

Sezione di Roma: *Battaglia* Mario, *Bifulco* Vincenzo, *Colombo* Attilio, *Velani* Luigi.

Sezione Sarda: *Mazzella* Giovanni.

Sezione di Torino: *Lisco* Carlo.

Sezione di Trento: *De Riccabona* Carlo.

Sezione di Trieste: *Germanis* Giuseppe, *Marcovigi* Umberto.

Sezione Veneta: *Alessandri* Eugenio, *Ferraboschi* Silvio, *Parvopassu* Carlo.

Esteri: *Lyghounis* Emanuele, *Volet* Edoardo Enrico.

In particolare il *Presidente* accenna brevemente all'attività professionale ed ai rapporti avuti con l'Associazione da alcuni di essi e precisamente: da *Amati* e *Vittorelli* della Sezione di Bologna; da *Bacchini*, *Colombo* *Vitaliano*, *Comboni*, *Emanuelli* e *Montagna* della Sezione di Milano; da *Battaglia* e *Velani* della Sezione di Roma; da *De Riccabona* della Sezione di Trento; da *Parvopassu* della Sezione Veneta.

Dopo un minuto di raccoglimento nel ricordo dei colleghi scomparsi, si riprende lo svolgimento dell'ordine del giorno.

3. - SOCI EMERITI.

Il *Presidente* dà notizia della proposta di modifica del Regolamento, approvata dal Consiglio Generale secondo la quale, d'ora in avanti saranno proposti all'Assemblea per la proclamazione ad « emeriti » i colleghi che avranno maturato un cinquantennio di appartenenza all'AEI al 1° gennaio dell'anno successivo a quello in cui verrà fatta la proposta. In tal modo verrà evitato il ritardo di circa un anno col quale avveniva finora la proclamazione.

Vengono, pertanto, proposti per il titolo di « emeriti » i colleghi:

Sezione di Bologna: *Gostoli* dr. ing. cav. *Durante* (1910), *Righi* dr. ing. comm. *Aldo* (1910).

Sezione di Firenze: *Prinetti* dr. ing. *Ignazio* (1910).

Sezione di Milano: *Biffi* prof. dr. ing. *Emilio* (1909), *Bonfiglio* dr. ing. cav. *Gaetano* (1909), *Canzoneri* dr. ing. *Domenico* (1910), *Giulietti* prof. dr. ing. *Giulio* (1909), *Malerba* dr. ing. *Franco* *Enrico* (1910), *Mannino* *Gaetano* (1910), *Tallero* dr. ing. comm. *Ugo* (1910).

Sezione di Napoli: *Massari* dr. ing. *Marino* (1909), *Vanzi* dr. ing. gr. uff. *Ivo* (1910).

Sezione di Palermo: *Tricomi* *Bonaventura* dr. ing. *Saro* (1910).



Sezione di Torino: *Bordoni cav. Pompeo* (1909), *De Bernocchi Francesco* (1910).

Sezione di Trieste: *Manni dr. ing. Carlo* (1909).

La proposta viene approvata per acclamazione.

*Soci benemeriti.*

Il *Presidente* comunica che la Società Costruzioni Meccaniche Riva, pur essendo socio collettivo perpetuo, continua ugualmente a pagare ogni anno la quota associativa della propria categoria.

Nell'esprimere alla Società Riva il suo ringraziamento per questo spontaneo ed apprezzato contributo, il *Presidente* propone che, analogamente a quanto è già stato fatto in altri casi consimili, la Società Riva venga proclamata socio benemerito.

L'Assemblea approva con un applauso unanime.

#### 4. - PREMI.

Il *Presidente* informa che la Commissione giudicatrice non ha ancora potuto concludere i suoi lavori per cui le proposte per l'assegnazione dei premi verranno sottoposte a ratifica nella prossima Assemblea.

*Rendiconti delle Riunioni Annuali.*

Il volume dei Rendiconti della Riunione di Bari è uscito ai primi di settembre, e quindi con notevole ritardo rispetto alla data auspicabile. Il ritardo è dovuto, soprattutto, al tempo impiegato da alcuni interlocutori nel trasmettere il testo dei loro interventi nelle discussioni e sarebbe stato ancora maggiore se non si fosse deciso ad un certo punto di omettere la pubblicazione degli interventi il cui testo non era pervenuto entro una certa data.

Per eliminare l'inconveniente, che si traduce in un aumento di lavoro e di spesa e va a scapito dell'attualità e quindi della vendita del volume dei Rendiconti, il Consiglio Generale ha fissato i seguenti termini:

5 giorni per la consegna del testo dell'intervento, scritto sul modulo distribuito in sede di discussione;

1 mese per la restituzione delle bozze di stampa corrette.

Ha autorizzato, inoltre, la redazione a pubblicare il testo degli interventi mancanti ricavandolo dalla registrazione su nastro ove ciò sia possibile, oppure a citare semplicemente il nome dell'interlocutore con l'annotazione « testo non pervenuto » o altra simile.

Il *Presidente* chiede se l'Assemblea è d'accordo.

I presenti approvano le disposizioni prese dal Consiglio.

Anche quest'anno si è riusciti a distribuire con un certo anticipo le memorie relative alla Riunione in corso, quantunque il compito sia stato reso arduo da alcune eccezioni fatte alla regola che fissa al 30 aprile il termine ultimo per la presentazione dei testi da parte degli autori.

L'eccezionalità del tema e il fatto che diversi autori sono rientrati dall'estero dopo tale data, giustificano le eccezioni, ma per rendere possibile in avvenire la distribuzione delle memorie prima dell'inizio delle Riunioni, occorre ritornare alla stretta osservanza del termine del 30 aprile. È da rilevare che una parte delle memorie distribuite quest'anno, resa molto esigua grazie al notevole impegno dell'Ufficio Centrale e della Tipografia, ha dovuto essere distribuita in bozze di stampa non corrette per mancanza di tempo.

Il *Presidente* rivolge un particolare encomio alla Tipografia Stucchi per lo spirito di collaborazione con il quale ha seguito i lavori di stampa delle memorie, facendo lavorare alcuni suoi reparti anche durante il periodo delle ferie di ferragosto.

*Andamento dell'Associazione.*

Il *Presidente* ripete all'Assemblea la relazione svolta in sede di Consiglio (vedi verbale della seduta di Consiglio su « L'Elettrotecnica », dicembre 1959, pag. 888).

*Attività delle Sezioni.*

L'attività delle Sezioni si presenta soddisfacente. Nel periodo trascorso dalla precedente Assemblea sono state segnalate 142 riunioni delle quali: 26 a Milano, 20 a Napoli e a Roma, 19 a Bologna, 17 a Torino, 12 a Trieste e le altre distribuite fra le varie altre Sezioni ad eccezione di quella di Palermo, della Pugliese e della Sarda che non hanno segnalato nessuna riunione.

*Pubblicazioni.*

Il *Presidente* richiamandosi ai desideri espressi dai colleghi in occasione della inchiesta di orientamento svolta nel 1957 (vedi relazione nel fascicolo di gennaio 1958 de « L'Elettrotecnica » pag. 49) segnala che ha incontrato successo la pubblicazione delle memorie che fanno il punto sullo stato di avanzamento nei vari settori della elettrotecnica.

Nel fascicolo 8 bis della Rivista sono stati pubblicati i riassunti di tutte le memorie presentate alla Riunione Annuale di Venezia, per diffonderne la conoscenza a tutti i soci. Sarebbero molto gradite memorie di elevata volgarizzazione e la Presidenza è disposta a compensare adeguatamente gli autori.

*Adeguamento dei contributi.*

Il *Presidente* informa che il Consiglio ha approvato, alla unanimità meno 3 voti, l'adeguamento dei contributi proposto dalla Presidenza Generale per assicurare il pareggio al bilancio della Associazione.

Ricorda che il puro costo della carta, stampa e spedizione di un fascicolo de « L'Elettrotecnica » ammonta oggi a L. 365 e perciò i 14 fascicoli che i soci ricevono annualmente costano L. 5.100 senza contare le spese di redazione, di amministrazione e generali dell'Associazione.

Per effetto dell'adeguamento anzidetto, i contributi che le Sezioni dovranno versare all'Ufficio Centrale a partire dal 1° gennaio 1960 sono stati variati come segue:

soci individuali . . . . .	da L. 2.250 a L. 3.000
soci juniores . . . . .	» 1.250 » » 2.250
soci collettivi di 1ª categoria . . . . .	» 2.750 » » 3.500

La quota di associazione dei soci juniores è stata portata da L. 1.500 a L. 2.500 e la quota dei soci all'estero da L. 3.750 a L. 4.500.

Ai soci juniores è consentito in via di esperimento ed a partire dal 1° gennaio 1960 il pagamento della quota ridotta fino al 28° anno di età, pur conseguendo essi i diritti dei soci effettivi al compimento del 24° anno di età. Il provvedimento ha lo scopo di accordare una certa agevolazione ai giovani anche all'inizio della loro carriera.

*Cicli misure.*

I due cicli sul contatore ad alta sovraccaricabilità e sulle prove a impulso, che sono in corso da oltre tre anni, stanno per concludersi.

Per i cicli futuri appare opportuno seguire l'orientamento proposto da *Someda* di indirizzare le prove su temi che si ricolleghino con le Norme CEI.

La Presidenza si riserva di sottoporre proposte in questo senso.

*Riunione 1960.*

Il *Presidente* informa che la Riunione Annuale del 1960 si terrà ad Ancona in accoglimento del gentile invito della Sezione Adriatica. Il tema, come è noto, è stato stabilito in: « Trasmissione della energia e delle informazioni », che comprende tanto le correnti forti, quanto le correnti deboli.

Sarà pubblicato prossimamente su « L'Elettrotecnica » un inquadramento più dettagliato del tema affinché gli autori possano accingersi tempestivamente alla preparazione delle memorie in modo da presentarle entro il termine stabilito del 30 aprile.

*Comitato Elettrotecnico Italiano.*

Su invito del *Presidente*, *Someda*, Presidente del CEI, riferisce sulla attività dell'Ente:

a) *Nuovo Statuto.*

È in corso la ratifica, da parte dell'Assemblea del CEI, delle modificazioni apportate allo Statuto allo scopo di ottenere al CEI il riconoscimento della qualifica di Ente Morale. Ciò per dare alle Norme un carattere di maggiore ufficialità senza trasformarle in legge dello Stato, cosa questa che ne intralcierebbe l'evoluzione per il loro adeguamento al progresso della tecnica.

b) *Attività nazionale.*

Prosegue regolarmente. Presso la Commissione Centrale Norme (CCN) è attualmente in esame un solo fascicolo, quello relativo ai fusibili. È stato ricostituito il Sottocomitato n. 5 che si occupa dei motori primi termici.

c) *Attività internazionale.*

Nel mese di luglio si è tenuta a Madrid la riunione internazionale della IEC. Il contributo italiano ai lavori dei vari Comitati di studio è stato notevole. La funzione di 1° delegato è stata affidata al collega ing. Leonardo Maggi cui va un particolare ringraziamento.

Delegati dei vari Sottocomitati hanno partecipato ad altre numerose riunioni all'estero e precisamente:

in gennaio: Sottocomitato 12 (Radiocomunicazioni) a Zurigo - Sottocomitato 1 (Nomenclatura) a Bruxelles;

in marzo: Sottocomitato 17 (Grossa apparecchiatura) a Parigi - Sottocomitato 29 (Elettroacustica) all'Aja;  
in aprile: Sottocomitato 33 (Condensatori) a Londra - Sottocomitato 36 (Isolatori) a Ginevra - CEE a Lione;  
in maggio: Sottocomitato 21 (Accumulatori) a Praga;  
in giugno: Sottocomitato 5 (Motori termici) a Londra - Sottocomitato 14 (Trasformatori) a Parigi - Sottocomitato 22 (Convertitori statici) ivi - Sottocomitato 30 (Altissime tensioni) ivi - CIGRE, gruppo 4 (Protezioni e relè) a Norimberga;

in settembre: Sottocomitato 42 (Prove a A.T.) a Oslo - Sottocomitato 13 (Strumenti di misura) a Berlino.

È, inoltre, prevista nel mese di ottobre la partecipazione alla riunione di Ulm dei Comitati di Studio 12 (Radiocomunicazioni); 29 (Elettroacustica); 39 (Tubi elettronici e semiconduttori); 40 (Componenti elettronici); ed alla riunione di Londra dei Comitati di Studio 2 (Macchine rotanti) e 13/38 (Trasformatori di misura).

In novembre si riunirà il Comitato di Studio 44 (Equipaggiamenti elettrici delle macchine operatrici) a Parigi e nel mese di dicembre il Comitato di Studio 17 (Grossa apparecchiatura) pure a Parigi ed il Comitato di Studio 26 (Saldatura) a Bruxelles.

Nel 1959 si sono avute e ancora si avranno parecchie riunioni a carattere internazionale in Italia, e precisamente:

in aprile il gruppo « Sovratensioni » della CIGRE a Sirmione;

in maggio il gruppo « Scaricatori » della CIGRE a Stresa;

in settembre il Comitato di Studio n. 10 (Oli) a Milano;

in novembre il Comitato di Studio n. 20 (Cavi) a Milano e gli esperti del Comitato di Studio n. 3 (Segni grafici) a Milano;

in dicembre il Gruppo di Lavoro del Comitato di Studio n. 36 (Isolatori) a Milano.

Il CEI ha, inoltre, organizzato nel mese di maggio a Stresa la riunione della Unione Internazionale di Elettrotecnica alla quale hanno partecipato oltre 600 persone.

Per il 1960 la Riunione plenaria della IEC è convocata a Nuova Delhi (India): sede che importa una notevole spesa di viaggio e limiterà, perciò, la partecipazione a carico del CEI.

Nel 1961 si terrà in Svizzera.

Nel 1962 la Riunione plenaria si terrà in Italia, possibilmente a Roma.

Nel 1959 la quota di partecipazione del CEI alla IEC è stata aumentata da 15 000 a 20 000 franchi svizzeri.

Sono allo studio provvedimenti per aumentare il finanziamento del CEI in relazione al costante sviluppo della sua attività.

Il *Presidente* ringrazia Sameda per la sua relazione e mette in discussione il

#### 5. - RENDICONTO ECONOMICO DEL 1958.

Il rendiconto, che è stato distribuito in copia a tutti i presenti, viene approvato senza discussione con un applauso all'indirizzo dell'ing. Redaelli.

#### 6. - REVISORI DEI CONTI E REVISORI SUPPLEMENTI.

Su proposta della Presidenza vengono riconfermati in carica per il triennio in corso i colleghi uscenti:

Revisori dei conti: *Bonazzi, Peterlongo e Piva.*

Revisori supplementi: *Regoliosi, Zurletti.*

Esaurito così l'ordine del giorno il *Presidente* ringrazia i presenti e dichiara chiusa l'Assemblea alle ore 18.

## NOTIZIE DELLE SEZIONI

### SEZIONE DI NAPOLI

Venerdì 24 aprile 1959 il prof. ing. **Giorgio Savastano** dell'Istituto di Elettrotecnica dell'Università di Napoli ha tenuto una conversazione sul tema: « **Trasformatori per corrente continua** ».

L'argomento è stato sviluppato richiamando da principio la teoria sulla quale si basa questa modernissima tecnica e successivamente illustrando la realizzazione dell'apparecchiatura e le sue applicazioni.

L'oratore ha riferito quindi degli studi compiuti sulla questioni ed ha confrontato il suo dire con una serie di di-

mostrazioni ed esperimenti che sono stati seguiti dall'uditorio con il più vivo interesse.

L'oratore, al termine della conferenza ha dovuto rispondere a numerose domande postegli dagli intervenuti.

Alla fine è stato vivamente applaudito.

\*

Venerdì 8 maggio 1959 il dr. ing. **Vincenzo Parenti** della Siemens, S.p.A. Milano, ha tenuto una conferenza sul tema: « **Orientamenti della tecnica nel campo dei ricevitori radio e TV e cenni su talune applicazioni elettronico-industriali** ».

Gli argomenti presentati dall'oratore sono stati numerosissimi ed hanno consentito, agli intervenuti, di fare una scorsa panoramica su una grandissima serie di apparecchiature che va dalle radio a transistor alla riproduzione ad alta fedeltà, dalla stereofonia ai sistemi di ricerca persone, dalla televisione a circuito chiuso per dimostrazioni didattiche o controlli industriali alle innumerevoli applicazioni nel campo della segnalazione e del controllo del traffico.

La conferenza è stata illustrata da numerosissime dimostrazioni pratiche e gli intervenuti, al termine, si sono trattenuti lungamente a discutere e interrogare l'oratore sulle questioni trattate.

Al termine della conferenza l'oratore è stato vivamente applaudito.

\*

Venerdì 15 maggio 1959 il dr. **Vincenzo Amicarelli** dell'Istituto di Elettrochimica dell'Università di Napoli ha tenuto una conferenza sul tema: « **Studio sul comportamento dell'accumulatore al piombo in regime transitorio** ».

L'argomento costituisce l'oggetto di uno studio particolare al quale si è dedicato l'oratore, che, con termini molto semplici, è riuscito a chiarire il problema ed a presentarne i risultati.

Gli accumulatori al piombo costituiscono oggi una sorgente di energia elettrica di estrema importanza perchè ad essa è affidata la continuità di servizio di moltissime apparecchiature. Conoscere a fondo i problemi ad essa connessi non è cosa facile ed è merito dell'oratore di aver esposto le questioni in maniera piana e chiara, illustrando i punti essenziali con esperimenti che sono stati seguiti col più vivo interesse da tutti gli intervenuti.

Al termine l'oratore è stato vivamente applaudito.

\*

Venerdì 22 maggio 1959 il dr. ing. **Giorgio Dal Monte**, Condirettore della Siemens, S.p.A. Milano, ha tenuto una conferenza sul tema: « **La rete teleselettiva ferroviaria italiana** ».

La conferenza ha concluso il ciclo di conferenze « Panorama sull'attuale tecnica di commutazione Siemens » per mezzo delle quali ai soci della Sezione Napoletana è stato presentato un quadro veramente affascinante degli sviluppi della tecnica telefonica e delle possibilità future che questa tecnica consente sperare.

La rete teleselettiva delle FF.SS. costituisce un esempio chiarissimo di quale dovrà essere la futura rete telefonica e la pratica dimostrazione della funzionalità dell'impianto e della snellezza del servizio che esso offre costituisce una arma sicura per la rete teleselettiva italiana in via di realizzazione.

Al termine della conferenza l'oratore ha dovuto rispondere a numerosissimi quesiti postigli dagli ascoltatori e, alla fine, è stato vivamente applaudito.

\*

Sabato 30 maggio 1959, per gentile concessione della **Motta-SUD**, S.p.A. Napoli, i soci della Sezione di Napoli hanno effettuato una visita allo stabilimento di **Bagnoli**, dove hanno potuto seguire da vicino uno degli esempi più interessanti e significativi di un sistema di produzione interamente automatizzata nel campo dell'industria dolciaria ed alimentare.

I soci sono intervenuti numerosissimi e da parte dei dirigenti dello stabilimento hanno avuto una accoglienza molto calorosa. Ad essi è stato illustrato con grande dovizia di informazioni l'intero ciclo di produzione del caffè tostato e dei gelati, la cui fabbricazione, in particolare, ha destato vivissimo interesse.



## COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

## Riunioni dei Sottocomitati e delle Commissioni di Studio del CEI avvenute nel mese di Dicembre 1959

presso la sede del CEI o in altra sede specificata

2 dicembre, ore 15 - Sottocomitato 40 « Componenti per apparecchiature elettroniche » - Commissione 40-1 « Condensatori e resistori »; presiede dr. ing. M. Mariani.

- 1) Relazione riunione IEC di Ulm.
- 2) Aggiornamento del progetto di Norme per potenziometri a strato.
- 3) Aggiornamento del progetto di Norme per resistori fissi non a filo ad alta stabilità e a stabilità normale.
- 4) Presentazione e discussione di una prima bozza per resistori di potenza fissi a filo.
- 5) Esame della proposta sulle « Prove di accettazione » in relazione alle bozze di Norme oggetto dei punti precedenti.

3 dicembre, ore 15 - Sottocomitato 11 « Impianti elettrici » - Commissione XI « Impianti in locali con pericolo di incendio e di esplosione »; presiede dr. ing. G. E. Niccoli.

— Macchine rotanti per impianti ad elementi pressurizzati e a sicurezza aumentata.

3 dicembre, ore 15 - Sottocomitato 40 « Componenti per apparecchiature elettroniche » - Commissione 40-6 « Componenti a base di ossidi ferromagnetici (ferriti) »; presiede dr. ing. H. W. Stawski.

— Relazione sulla riunione IEC di Ulm.

16 dicembre, ore 15 - Sottocomitato 40 « Componenti per apparecchiature elettroniche » - Commissione 40-1 « Condensatori e resistori »; presiede dr. ing. Mariani.

- 1) Relazione e considerazioni sulla riunione IEC di Ulm con riferimento alle Norme per condensatori in corso di elaborazione presso la Commissione 40-1.
- 2) Norme sui condensatori ceramici di tipo I e II. Esame del progetto aggiornato sulla scorta degli emendamenti approvati ad Ulm alla Publication IEC n. 108 e al doc. 40-1 (Sec.) 40.
- 3) Condensatori a carta per corrente continua: esame della seconda bozza del progetto di Norme in relazione anche alle decisioni prese ad Ulm circa la revisione della Publication IEC n. 80.
- 4) Condensatori a carta metallizzata per corrente continua. Discussione della prima bozza di progetto con riferimento alle deliberazioni di Ulm del doc. IEC 40-1 (Sec.) 37.

18 dicembre, ore 14,45 - Sottocomitato 33 « Condensatori di potenza »; presiede sig. M. Villa.

- 1) Attività del Sottocomitato svolte nell'anno in corso e programma attività per il 1960.
- 2) Discussione e preparazione osservazioni italiane ai doc. IEC: 33 (BC) 23 del luglio 1959 ultimo progetto « Condensatori in serie »; 33 (Sec.) 32 revisione delle Pubblicazioni IEC n. 70-1, 70-2 e 70-3.
- 3) Partecipazione alla prossima riunione IEC del Comitato Tecnico a Rapallo (aprile 1960).

21 dicembre, ore 10,30 - Sottocomitato 23 « Apparecchiatura a bassa tensione » - Commissione « Piccoli interruttori automatici »; presiede dr. ing. L. Ventrella.

— Esame osservazioni pervenute sul progetto di variante di « Norme per i piccoli interruttori automatici ».

21 dicembre, ore 15, Bologna - Sottocomitato 9 « Trazione » - Commissione mista UNIFER-CEI « Segni grafici di trazione ».

— Revisione Norme CEI fascicolo n. 59.

23 dicembre, ore 15 - Sottocomitato 40 « Componenti per apparecchiature elettroniche » - Gruppo di Lavoro della Commissione 40-5 « Prove climatiche e meccaniche »; presiede dr. in. H. Mayr.

— Revisione Norme CEI fascicolo n. 108.

## Nota illustrativa al Progetto di Norme per le prove sui Ricevitori radiofonici a modulazione di frequenza

Il presente progetto di Norme è stato elaborato tenendo conto sia delle Norme internazionali della IEC già pubblicate ed alle quali il CEI ha dato la sua approvazione, sia delle esigenze degli Enti italiani di produzione di controllo dei radioricevitori.

L'ANIE già aveva elaborato, per i ricevitori domestici di trasmissione modulate in frequenza, Norme di prova contenenti dettagliate e complete modalità per consentire una particolare classificazione dei radioricevitori. Tali « Norme ANIE », pubblicate nel 1958 nella rivista « Elettronica », potranno considerarsi sostituite dalle Norme CEI di cui al presente progetto, appena queste saranno ufficialmente approvate, tanto più che le « Norme ANIE » hanno costituito la principale fonte di ispirazione per le Norme CEI stesse. Infatti l'ANIE, e tutti i componenti del Comitato Tecnico che hanno condotto il lavoro, hanno generosamente fornito al CEI un sostanziale, prezioso ed insostituibile contributo alla compilazione del presente fascicolo. Questo è perciò risultato una sintesi tra una presentazione scheletrica dei sistemi di prova che presuppone un'ampia cultura ed una notevole pratica professionale da parte degli operatori, ed una presentazione dettagliata con i più completi ragguagli circuitali, così da consentire l'esecuzione delle prove prescritte anche a tecnici non altamente specializzati.

Questa esigenza ha condotto alla introduzione in appendice od in nota, alle Norme propriamente dette, di alcune parti esplicative od esemplificatrici che, pur non intralciando un inquadramento generale delle Norme, forniscono tuttavia un utile aiuto a chi debba eseguire questo genere di prove.

Se questa presentazione incontrerà il favore dei membri del Comitato Elettrotecnico Italiano, essa potrà venire adottata nei fascicoli di futura pubblicazione di Norme su argomenti di elettronica per i quali possa riuscire utile, se non essenziale, la conoscenza dei dettagli esecutivi delle varie prove.

Il presente progetto si riferisce ai ricevitori di radiodiffusione, ma può essere in generale adottato anche per i ricevitori professionali e militari, per i quali tuttavia può divenire indispensabile l'aggiunta di altre prove inerenti alle particolari caratteristiche elettroniche meccaniche ed ambientali di tali apparati.

Il Sottocomitato ringrazia vivamente l'ANIE e tutti i membri del Comitato Tecnico che hanno cortesemente ceduto al CEI i risultati del loro poderoso lavoro, e ringrazia l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris per il vasto contributo di rielaborazione del presente fascicolo che ha competentemente condotto.

Il Presidente del Sottocomitato 12  
C. MATTEINI

\* \*

## Riunione del Gruppo di Lavoro per i contrassegni ai morsetti del C. T. 13 dell'IEC

(Berlino, 29 settembre - 2 ottobre 1959)

Un Gruppo di Lavoro per la normalizzazione dei contrassegni ai morsetti esterni degli strumenti di misura si è riunito a Berlino dal 29-9-1959 al 2-10-1959. La riunione è stata presieduta dal sig. Böhm presidente del Comitato Tecnico 13 dell'IEC. Erano presenti i seguenti delegati: Michoudet (Segretario del Gruppo di Lavoro), Ceri (Italia), De Jong (Olanda), Douce (Francia), Golds (Inghilterra), Maklar (Jugoslavia), Morren (Belgio), Schmidt e Egger (Germania), Schneider (Svizzera), Tobì (Ungheria).

Si riportano le principali decisioni prese durante le riunioni.

In una discussione preliminare viene stabilito a quali scopi debba rispondere un simbolo per contrassegnare i morsetti di uno strumento di misura. Esso deve stabilire:

- a) la natura del corrispondente circuito interno dello

strumento (cioè se circuito voltmetrico o circuito ampermetrico);

b) la polarità del morsetto (cioè se entrata o uscita);

c) la successione di fase delle grandezze che devono alimentare il circuito.

Mentre una parte dei delegati si pronuncia per l'uso di sole lettere ritenute sufficienti per soddisfare alle finalità sopra elencate, e ciò anche in considerazione del poco spazio disponibile per i contrassegni sulla base degli strumenti da quadro, altri delegati si pronunciano per l'uso di lettere con indici. Un terzo gruppo di delegati non ha preferenze per l'uno o per l'altro sistema.

Viene quindi deciso che nella relazione che il Gruppo di Lavoro farà alla prossima riunione plenaria del Comitato Tecnico 13 dell'IEC verranno presentate entrambe le proposte in modo da lasciare la possibilità di scelta ai vari Comitati Nazionali. Le due proposte risultano da quanto segue:

	Proposta N. 1 (sole lettere)	Proposta 2 N. (lettere con indici)
a) natura del circuito	ampermetrico: lettera maiuscola voltmetrico: lettera minuscola	ampermetrico: idem voltmetrico: idem
b) polarità	entrata: prime tre lettere alfabeto uscita: ultime tre lettere alfabeto	entrata: indice 1 uscita: indice 2
c) successione di fase	ordine alfabetico	ordine alfabetico

Le due proposte, applicate al caso dei circuiti trifasi (le Raccomandazioni non concernono circuiti a più di tre fasi) darebbero luogo ai simboli seguenti:

Proposta N. 1		
ampermetrica entrata-uscita		voltmetrica corrisp.
A	X	a
B	Y	b
C	Z	c
neutro N	P	n

choudet e inviato entro novembre a tutti i membri del Gruppo di Lavoro, i quali entro dicembre dovranno dare il loro parere per la preparazione di un testo da presentare alla riunione

Proposta N. 2			
ampermetrica entrata-uscita		voltmetrica corrisp.	
A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	a	
B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	b	
C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	c	
neutro (2 possibilità)	N <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	n	
	O <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	o	

(Nota - Nella proposta 1 al posto delle lettere A, B, C utilizzate in alcuni Paesi per contrassegnare lo sfasamento delle

plenaria del Comitato Tecnico 13 dell'IEC.

M. Ceri

\* \*

## Riunione del Comitato e del Gruppo di Studi N. 4 della CIGRE (Protezioni e relè)

(Norimberga, 22-23-24 giugno 1959)

Il Comitato Internazionale di Studi n. 4 « Protezioni e relè » si è riunito a Norimberga il 24 giugno 1959; nei giorni 22, 23 e 24 stesso il Gruppo di Studi ha svolto discussioni sui seguenti argomenti:

— Protezione dei grandi trasformatori (seguito della discussione in occasione della riunione di Londra del 1957).

— Funzionamento dei relè a distanza, selettori di fase in presenza di guasti evolutivi.

— Diagrammi generali d'impedenza e d'ammettenza per l'analisi del comportamento dei relè a distanza.

— Protezione di riserva.

Presiedeva Euskin (Belgio) e partecipavano i seguenti paesi: Belgio, Olanda, Francia, Germania, Danimarca, Gran Bretagna, Irlanda, Svizzera, Italia, Svezia, Norvegia, Polonia, Jugoslavia. Per l'Italia erano presenti De Nat e Salmoiraghi.

Il Comitato di Studi aveva all'ordine del giorno, per la parte tecnica, il proseguimento dell'esame della nuova forma da dare alla statistica degli interventi delle protezioni di rete e della nuova statistica relativa all'abbinamento delle protezioni di rete con l'autorichiusura. Dello studio era stato incaricato un Sottocomitato ristretto, al quale è stato riconfermato l'incarico di proseguire nel lavoro di elaborazione delle nuove istruzioni e dei nuovi specchi. Gran parte della difficoltà del lavoro sta nella chiara definizione del concetto di intervento corretto e scorretto e in quella di funzionamento principale e di riserva.

Per quanto riguarda le discussioni del Gruppo di Studi,

sulla « Protezione dei grandi trasformatori » ha presieduto Sterner (Svezia) completando la discussione della precedente Riunione di Londra. Van Warrington ha riferito sulla tecnica americana a proposito di nuove realizzazioni di relè sostitutivi del tradizionale relè Buchholz, con particolare riguardo all'applicabilità a trasformatori senza conservatore d'olio o agli accorgimenti costruttivi per l'eliminazione di scatti intempestivi del relè per colpi, vibrazioni, avviamento di pompe di circolazione dell'olio sul trasformatore, oppure per onde di pressione nell'olio generate dagli avvolgimenti per corti circuiti esterni e così via (vedi per esempio l'articolo « A Sudden Gas Pressure Relay for Transformer Protection » di Bean e Cole su AIEE Transactions 1953, parte III, pag. 480).

Si è poi chiesto il parere dei diversi Paesi sull'impiego o meno del relè Buchholz, solo per allarme o anche con scatto, e della protezione differenziale.

Parere pressochè unanime, particolarmente nei Paesi europei continentali, si ha per un vasto impiego di relè Buchholz, agente su un circuito d'allarme per modesti sviluppi di gas e su un circuito di scatto per sviluppi violenti, completato con protezione differenziale per grandi unità.

Salmoiraghi ha ricordato, sempre a complemento del relè a sviluppo di gas, la protezione contro i guasti dovuti a scariche sui passanti dei trasformatori e costituita da particolari riduttori di corrente disposti sulle aste spinterometriche a massa e alimentanti, attraverso raddrizzatori, opportuni relè di massima corrente (vedi l'articolo « Un dispositivo di protezione contro i guasti esterni dei trasformatori di potenza » di Angelini su « L'Energia Elettrica », 1955, n. 2).

Del « Funzionamento dei relè a distanza selettivi di fase in presenza di guasti evolutivi » ha trattato Edgley (Australia). Anzitutto egli ha tentato di definire il guasto evolutivo:



guasto in cui il numero delle fasi interessate aumenta e per cui si hanno impulsi di comando sull'interruttore con autorichiusura fase per fase prima che il primo polo scattato di esso parta a richiudersi; in presenza di guasti evolutivi così definiti i tre poli dell'interruttore si devono aprire e rimanere aperti. Tale definizione rimane legata alle caratteristiche dell'interruttore con autorichiusura o alla sua taratura.

La percentuale di guasti evolutivi sul totale dei guasti viene indicata entro limiti molto variabili, dal 3 al 30 %; certamente molto dipende dal fatto se il neutro della rete è a terra o meno e in che modo e dalle caratteristiche della rete. Terne in piano e reti con neutro direttamente a terra presentano rari guasti evolutivi. I dati raccolti per il nostro Paese, per reti con neutro isolato, indicano percentuali entro limiti anche maggiori di quelli indicati dal relatore. Una ragione di tale incertezza sta nella difficoltà di giudizio quando non siano installati oscillo-perturbografi; a questo proposito è significativo che sulle reti francesi siano installati un migliaio di tali apparecchi (i francesi si orientano verso la registrazione delle correnti, piuttosto che delle tensioni, e degli elementi relativi al funzionamento dei poli degli interruttori). Dei guasti evolutivi il relatore indica in circa metà quelli che da fase-terra passano a due fasi-terra e tre fasi-terra; per noi si danno percentuali anche molto maggiori in questo senso. Il tempo d'evoluzione è indicato da qualche centesimo di secondo a qualche secondo, a cavallo del tempo attuale di funzionamento relè più interruttore.

In occasione di questa discussione, la Francia ha riferito di esperienze compiute per determinare la resistenza d'arco fra fase e terra (rapporto fra i valori di cresta della tensione e della corrente durante il fenomeno) per metro di lunghezza in funzione del valore efficace della corrente in ampere. I valori riscontrati, relativi al primo sviluppo dell'arco, quando la sua lunghezza è abbastanza determinata, coincidono abbastanza bene con quelli ricavati dalla formula data da Van Warrington:

$$R/L = 28700/I^{1.4}$$

Il polacco Zydanovicz ha presentato un lavoro teorico abbastanza completo e complicato sulla costruzione e sull'impiego di particolari diagrammi nel piano  $R, jX$  (o  $G, jB$ ), più generali di quelli finora usati, per giudicare dell'influenza del carico preesistente e delle oscillazioni di potenza di ogni genere in rete sul retto comportamento dei relè a distanza (a diverse caratteristiche di funzionamento) e dei relè direzionali. Il lavoro riposa sulla nozione di impedenza (e ammettenza) di regime, definita come rapporto fra tensione e corrente di regime, cioè nel momento immediatamente precedente la perturbazione ai morsetti del relè.

L'autore dimostra che l'impedenza vista da ogni relè monofase in caso di perturbazione è una funzione complessa della impedenza di regime e inoltre in generale di 4 coefficienti complessi (operatori vettoriali), che dipendono dalle caratteristiche della rete e del guasto. L'autore traduce le condizioni limite, perchè la protezione funzioni correttamente, in relazioni geometriche di posizione nel piano complesso fra la rappresentazione della caratteristica del relè e quelle della rete.

I convenuti, pur essendo stata la memoria del polacco presentata con qualche settimana di anticipo sulla data della riunione, hanno dimostrato di non conoscerla abbastanza per poterla utilmente discutere; la memoria attende quindi di essere esaminata, particolarmente per appurare la praticità del metodo proposto e l'influenza sui risultati di alcune ammissioni semplificative introdotte nel metodo stesso. Tale esame è in programma presso diversi Paesi e verrà condotto anche da noi.

Sulla « Protezione di riserva » ha presieduto la discussione Van Warrington (Gran Bretagna). Sono state passate in rassegna le cause che possono impedire un corretto intervento dei dispositivi di protezione, le precauzioni che si debbono prendere per rimediare nei limiti del possibile, infine le protezioni di riserva a cui si può ricorrere. Circa le cause di mancato intervento delle protezioni diversi Paesi hanno dato elementi statistici, ma abbastanza discordanti fra di loro per ritenere che le domande siano state diversamente interpretate; la media ufficiale attribuisce il 43 % dei mancati interventi al relè in sé, mentre in Italia si attribuisce a questa causa solo il 10-25 %, la media ufficiale attribuisce all'interruttore e ai suoi organi il 23 % dei mancati interventi, il nostro Paese vi attribuisce dal 20 all'86 %, la media ufficiale

riporta alle connessioni il 20 % delle cause, il nostro Paese dal 12 al 33 %.

Sulle precauzioni da prendere per evitare i mancati interventi sono stati confermati noti concetti, come quelli di collegare al negativo le bobine dei relè ausiliari, di non usare per gli avvolgimenti fili di diametro inferiore a 1/10 di mm, di impiegare relè che segnalino la mancanza delle tensioni ausiliarie a corrente continua e alternata e così via. Il relatore suggerisce ispezioni ai relè non troppo frequenti, anche solo ogni cinque anni. Anche sulle protezioni di riserva si sono ribaditi concetti noti, come quello di impiegare, piuttosto che la semplice duplicazione di un dispositivo, dispositivi di principio diverso, che hanno anche campi di protezione diversamente estesi. Per la protezione delle reti con tratti di linee molto lunghi è stato particolarmente considerato il sistema che utilizza il terzo gradino dei relè a distanza « con direzione invertita ».

Altro particolare esame è stato riservato all'inserzione dei riduttori di corrente, nelle stazioni di smistamento, verso sbarra o verso linea rispetto all'interruttore: in relazione all'eventuale protezione di sbarra la situazione è chiara e la soluzione di mettere addirittura due riduttori di corrente, uno a monte e uno a valle dell'interruttore, è evidente ma costosa; quando non si pensi a un doppio riduttore, rimane decisivo l'esame del campo protetto e della disponibilità della sbarra in caso di guasto ai riduttori stessi.

Ha concluso la discussione la visita alla stazione di trasformazione a 220 e 380 kV di Hohenegg e all'impianto di produzione e accumulazione di energia elettrica dello Schluchseewerk: su tre centrali in un anno vengono assorbiti da questo impianto in media 500 GWh, di cui ne vengono restituiti 300 GWh, con un rendimento globale cioè del 60 %.

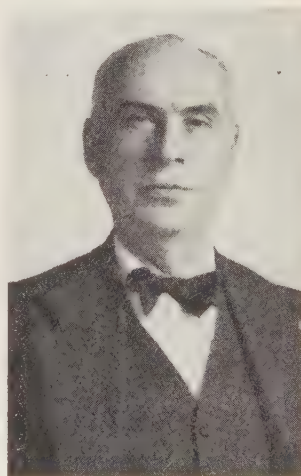
A.S.

## NECROLOGI

L'11 marzo 1958, decedeva in Milano il consocio

**gr. uff. LUIGI TOMMASI**

Presidente Onorario della Società Anonima Elettrificazione S.p.A., Vice Presidente dell'ANIE (Associazione Nazionale Industrie Elettrotecniche), Presidente della Società Vanossi, Consigliere della Ercole Marelli & C. S.p.A., Consigliere della Soc. Moncalvi di Pavia, Sindaco della Fabbrica Italiana Magneti Marelli.



Nato il 16 settembre 1878 a Bassano del Grappa, egli era da considerare fra i pionieri della industria elettrotecnica italiana.

Dopo un primo tirocinio in Germania entrò nel 1902 a far parte della Ercole Marelli & C. S.p.A., contribuendo efficacemente in 52 anni di attività ininterrotta alle fortune di questa azienda, della quale presto divenne Direttore Centrale.

Al suo ritiro dalla Marelli, avvenuto per ragioni di salute nel novembre 1954 rimase tuttavia Consigliere di Amministrazione.

Grande fu l'apporto dello scomparso alla organizzazione interna, periferica ed estera della Marelli e grande prestigio gli derivò dai successi e dall'accrescimento dell'Azienda.

Quando nel 1926, su iniziativa della Società Edison, le ditte Ansaldo, Cernia, Falck, Marelli e Tecnomasio Italiano Brown Boveri addivennero alla costituzione della Società Anonima Elettificazione (SAE), il gr. uff. Tommasi fu chiamato a rappresentare la Marelli nel Consiglio di Amministrazione, finché nel 1937 assunse la carica, che detenne fino al 1957, di Presidente della stessa Società, rimanendone poi Presidente Onorario fino alla scomparsa.

Sotto la sua presidenza il gr. uff. Tommasi ha visto la SAE affermarsi ed estendere la sua attività in campo nazionale ed internazionale.

Fu stimato e apprezzato dalle molte e importanti Società e Associazioni cui diede fino all'ultimo la sua instancabile attività; la spiccata personalità, il piglio simpaticamente autoritario, sempre temperato dalla grande bonomia ed equità gli valsero la simpatia e l'affetto dei dipendenti; le sue incoraggianti parole, i suoi consigli e le sue idee lungimiranti furono sempre altamente richiesti ed apprezzati da tutti.

Tra le onorificenze, la preferita e più rispondente al carattere dell'Uomo, era quella di « Maestro del Lavoro » ricevuta nel 1954, a giusto coronamento di una vita tutta al lavoro dedicata.

Era socio della Sezione di Milano dal 1917.

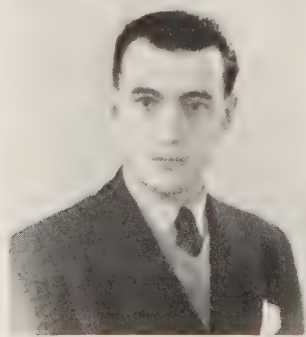
\* \*

Il giorno 9 luglio 1959, all'età di 34 anni, folgorato da una scarica a 10 000 V, è deceduto a Trieste il

#### dr. ing. GIUSEPPE GERMANIS

funzionario della locale « Azienda Comunale Eletticità, Gas, Acqua e Tramvie » nato a Trieste il 20-4-1925.

Laureato a Padova nel 1950 in ingegneria industriale elettrotecnica, fu per breve tempo impiegato presso l'Ufficio Tecnico delle Officine Elettromeccaniche di Monfalcone.



Nel gennaio 1953 venne assunto dall'Azienda, attraverso un concorso, e fin da allora preposto alle stazioni e cabine principali di trasformazione.

La sua opera venne particolarmente apprezzata nella predisposizione del cambiamento di frequenza degli impianti aziendali elettrici, che si svolse regolarmente, senza alcun inconveniente, nella automatizzazione degli impianti e, recentemente, nel lavoro di progettazione di ampliamento ed ammodernamento delle stazioni principali e della rete di alimentazione.

L'ottima preparazione tecnica, affinata dalla pratica quotidiana, lo zelo, l'attaccamento al dovere e la sua bontà di animo valsero, fin dall'inizio, a guadagnarli la stima e l'affetto dei suoi superiori, dipendenti e di quanti lo conobbero.

Socio della nostra Associazione dal 1948, ha ricoperto negli anni 1952-54 la carica di Segretario della Sezione di Trieste.

Alla desolata famiglia, i soci dell'AEI esprimono i sensi del più vivo cordoglio.

## ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

### SEZIONE DI BOLOGNA (Viale Risorgimento, 20).

9 gennaio 1960 - ore 18,30 — Conferenza del dr. in. Giorgio CATENACCI, sul tema: « Come si prova un interruttore? (Considerazioni sul progetto delle nuove Norme CEI) ».

23 gennaio 1960 - ore 18,30 — Conferenza del prof. ing. Marino VALTORTA, sul tema: « Impianti elettrici di alimentazione alle grandi città ».

### SEZIONE DI GENOVA (Piazza Fontane Marose, 6).

22 gennaio 1960 - ore 21 — Conferenza del dr. ing. Pasquale CHIESA, sul tema: « Recenti applicazioni delle apparecchiature transistorizzate per telemisure ».

### SEZIONE DI MILANO (Via S. Tomaso, 3).

15 gennaio 1960 - ore 21 — Conferenza del dr. ing. Ciro DELLA GIOVANNA, sul tema: « Prospettive nella applicazione della tecnica degli impulsi alla telefonia ».

22 gennaio 1960 - ore 21 — Conferenza del dr. ing. Giuseppe DE VITO, sul tema: « I radiotelescopi ».

### SEZIONE DI NAPOLI (Via Mezzocannone, 16).

20 novembre 1959 - ore 18,15 — Conferenza del dr. ing. Giuseppe BAUCHIERO, sul tema: « Uno sguardo retrospettivo dell'industria nazionale degli strumenti elettrici di misura ». La conferenza è illustrata da proiezioni di diapositive e del cortometraggio dal titolo: « Occhi per l'invisibile ».

21 novembre 1959 - ore 15,30 — Visita allo stabilimento « G. Vallauri » in Casoria.

27 novembre 1959 - ore 18,15 — Conferenza del dr. ing. Vincenzo GORI, sul tema: « Sollecitazioni ad impulso negli avvolgimenti a spire intercalate ».

4 dicembre 1959 - ore 18,15 — Prima parte della conferenza del dr. ing. Luigi NICCOLAI, sul tema: « La trasmissione in codice di impulsi modulati in ampiezza ».

11 dicembre 1959 - ore 18,15 — Seconda parte della conferenza del dr. ing. Luigi NICCOLAI, sul tema: « La trasmissione in codice di impulsi modulati in ampiezza ».

### SEZIONE DI ROMA (Via Giolitti, 34).

3 dicembre 1959 - ore 18,30 — Conferenza del dr. ing. Antonio CINIERO, sul tema: « Verifica del comportamento dinamico dei trasformatori in condizioni di corto circuito a tensione normale ».

### SEZIONE DI TORINO (Via Giolitti, 1).

29 novembre 1959 — Visita agli impianti portuali di Genova e al nuovo cementificio di Arquata Scrivia della Cementir (Cementerie del Tirreno S.p.A.).

15 dicembre 1959 - ore 21 — Conferenza del dr. ing. Silvio BARIGOZZI, sul tema: « Attualità e prospettive nella costruzione e nel progetto dei turboalternatori ».

19 dicembre 1959 - ore 17 — Conferenza del dr. ing. Roberto DE PIERI, sul tema: « Problemi della produzione di energia in relazione ai progressi delle macchine termiche ».

### SEZIONE DI TRIESTE (Via Annunziata, 7).

27 novembre 1959 - ore 21 — Riunione mensile, sul tema: « Modelli analogici elettrici e loro applicazioni ». Relatore dr. ing. Gastone FALOMO.

10 dicembre 1959 - ore 19 — Conferenza del dr. ing. Giovanni NOZZA, sul tema: « Criteri di scelta e di installazione degli scaricatori per una efficace protezione contro le sovratensioni ».

19 dicembre 1959 - ore 20,30 — Cena sociale di fine d'anno presso il ristorante « da Silvio ».

### SEZIONE VENETA (Via F. Marzolo, 9 - Padova).

19 dicembre 1959 - ore 17,15 in prima convocazione e ore 17,30 in seconda convocazione — Assemblea Generale dei Soci. Al termine dell'Assemblea il dr. ing. Giovanni Battista DEBIASI terrà una conferenza sul tema: « Organi a canne ed organi elettronici ».



# PARTE SECONDA

## DOCUMENTAZIONE

### SOMMARIO

#### SUNTI E SOMMARI

Apparecchi e dispositivi di manovra, di regolazione, di protezione ecc. — Applicazioni termiche — Applicazioni varie — Condutture — Convertitori, raddrizzatori ecc. — Costruzioni elettromeccaniche — Elettrofisica e magnetofisica — Elettrotecnica generale — Generatori e motori sincroni — Impianti — Macchine a collettore — Materiali — Misure — Motori e generatori a induzione — Motori primi — Radiotecnica — Statistica — Telefonia, telegrafia e televisione — Trasformatori — Trasmissione e distribuzione — Trazione e propulsione.

#### SUNTI E SOMMARI

Pubblichiamo l'elenco delle abbreviazioni usate per indicare i principali periodici che vengono più frequentemente recensiti nelle rubriche: Dalle Riviste e Sunti e Sommari, del nostro giornale.

**Aerotecnica:** L'Aerotecnica - Roma, Piazza S. Bernardo 101. **A.E.G. Mitt.:** AEG Mitteilungen - Berlin-Grunewald Hohenzollern-damm 150. — **A.F.:** Alta Frequenza - Milano, via S. Paolo 10. — **Alluminio:** Alluminio - Milano, Via della Posta, 8-10. — **Anales Mec. Elec.:** Anales de Mecanica y Electricidad - Madrid, Reina 31. — **Apparecchiatura:** L'Apparecchiatura Elettrica - Bergamo, Via L. Magrini, 7. — **ASE:** Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens - Zurigo 8, Seefeldstrasse 301. — **Asea:** Asea Revue: Département Publicité Asea, Västerås (Svezia). **Automatisme:** Automatisme a l'usine, au bureau - Parigi 5, Rue Bonaparte 92.

**Bell S. T. J.:** The Bell System Technical Journal - New York, Broadway, 195. — **Bull. Escher Wyss:** Bulletin Escher Wyss - Zurigo. — **Bull. Oerlikon:** Bulletin Oerlikon - Ateliers de Construction Oerlikon, Oerlikon. — **Bull. Soc. Belge Elec.:** Bulletin de la Société Belge des Electriciens - Bruxelles, Place du Trône, 1. **Bull. Soc. Fra. Elec.:** Bulletin de la Société Française des Electriciens - Malakoff (Seine) - Avenue Pierre Larousse, 814. — **Bull. Suisse R.:** Bulletin de Technique de la Suisse Romande - Losanna, Case Chauderon 476. — **Bur. St. Journ. Res.:** Bureau of Standard - Journal of Research - Washington.

**Calore:** Il Calore - Roma, Via Urbana 167. — **Cathode Press:** Cathode Press - Machlett Laboratories Inc., Springfield, Connecticut U.S.A. — **C. G. E.:** Bollettino di Informazioni C. G. E. - Milano, Via Bergognone 34. — **Ciencia Aplicada:** Revista de Ciencia Aplicada - Madrid, Alcalá 96 I, Apartado de Correos 743. — **CIGRE:** Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension - Paris, 54 Av. Marceau. — **Chimie et Industrie:** Chimie et Industrie - Rue St. Dominique 28 - Paris - VII. — **Civil Eng.:** Journal of the Institution of Civil Engineers - London, Great George Str. S. W. 1. — **Communication N.:** Communication News - Philips Telecommunication Industries, Hilversum (Olanda).

**Direct Current:** Direct Current - Garraway Ltd - 11 Kensington Church Street, London W. 8. — **Dyna:** Dyna - Madrid, Alcalá 47.

**E:** Revue E - Bruxelles, Place du Trône, 1. — **Electricité:** Electricité - Parigi 16, Avenue Pierre 19 de Serbie, 6. — **Elec. Eng.:** Electrical Engineering - New York, 33 West 9th Street. — **Elect. Comm.:** Electrical Communications - International Telephone and Telegraph Corp., 67 Broad Street, New York 4, U.S.A. **Elektrorevue:** Mosca. — **Elektrotechnik:** Elektrotechnik - Berlino N. W. 7, Dorotheenstrasse 41. — **Elektr. Uebertragung:** Archiv der elektrischen Uebertragung - Wiesbaden, Spiegelgasse 9. — **Elektrowärme:** Elektrowärme Essen, Haus der Technik - Hollestrasse 19. — **Elettrificazione:** Elettrificazione - Milano, Corso Monforte, 16. — **Elin Z.:** Elin Zeitschrift - Vienna I, Volksgartenstrasse, 1-5. — **Eng.:** Engineering - Londra, WC2, Bedford Street, 35-36. — **L'En. Electr.:** L'Energia Elettrica - Milano, Via Revere 14. — **Engenharia:** Engenharia - San Paolo (Brasile), Rua Libero Badaró, 39. — **Eng. Australia:** Journal of the Institution of Engineers, Australia - Sydney, N. S. W. — **Science House, Gloucester and Essex Str.:** Engenharia Nucleare: Energia Nucleare - Milano, Via S. Rho 101, 1. — **Eric. Rev.:** Ericsson Review - Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson Stoccolma. — **Erie. Tech.:** Ericsson Technics - Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson Stoccolma — **ETJ:** Electrol Journal of Japan - Tokio. — **E. T. Z.:** Elektrotechnische Zeitschrift - Wuppertal, Elterfeld, Alte Freiheit, 21. — **E. u. M.:** Elektrotechnik und Maschinenbau - Venna, Mölkerbastei, 5. — **E. Verwertung:** Elektrizitätsverwertung - Zurigo, Bahnhofplatz, 9. — **E. W.:** Electrical World - New York, Tenth Avenue at 36th Street.

**F.I.A.T.:** Bollettino Tecnico FIAT Stabilimento Grandi Motori - Torino, Via Cuneo, 20. — **Franklin Inst.:** Journal of the Franklin Institute - Philadelphia Pa., B. Franklin Parkway at Twentieth St.

**Gen. Elec. Rev.:** General Electric Review - Schenectady (New York). — **Génie C.:** Génie Civil - Parigi, XI, Rue Jules Lefebvre, 5. **Geomineraria:** Rivista Geomineraria - Milano, Piazza Leonardo da Vinci, 32.

**Högskolans Hand.:** Kungl. Tekniska Högskolans Handlingar - Göteborg (Svezia). — **Houille Blanche:** Houille Blanche - Grenoble, Grand-Rue, 23.

**Ind. Municip.:** Le Industrie Municipalizzate - Roma, Via D'Osso Fatti, 9. — **Ing.:** L'Ingegnere - Roma, Via della Mercede, 3. — **Ingenieria:** La Ingenieria - Buenos Ayres, Cerrito 1250. — **Ing. Ferr.:** Ingegneria Ferroviaria - Roma, Piazzale delle Scienze, 7. — **Ist. Sanità:** Rendiconti Istituto Sanità - Roma, Viale Regina Margherita, 299. — **Ingegneria:** Rivista di Ingegneria - Milano, Via Cerva, 22.

**Krupp:** Technische Mitteilungen Krupp - Essen, Werksbücherei Krupp, Postfach 917.

**J. I. E. E. Londra:** Journal of the Institution of Electrical Engineers - Londra WC2, Savoy Place, Victoria Embankment. **Jeumont:** Revue Jeumont - Paris, Rue de Lisbonne, 50. — **Journ. Telec.:** Journal des Télécommunications - Bureau de l'Union Internationale des Télécommunications - Berna.

**L'Elettrot.:** L'Elettrotecnica - Milano, Via San Paolo, 10.

**Marelli:** Marelli Rivista Mensile - Milano, Corso Venezia, 16. **Marconi:** Marconi - Genova-Sestri, Via Hermada, 2. — **Mem. Idr.:** Memorie e studi idrografici - Roma, Ministero LL. PP., Servizio Idrografico. — **Metallurgia It.:** La Metallurgia Italiana - Milano, Via Moscova, 16. — **Metallurgia:** Metallurgia y Electricidad - Madrid, Avenida de José Antonio, 47. — **Montefiore:** Bulletin Scientifique A.I.M. - Liegi, Rue Saint Gilles, 31. — **Municipalizzazione:** La Municipalizzazione - Roma, Via del Parlamento, 9.

**N. Cimento:** Nuovo Cimento, Bologna, Edit. N. Zanichelli. **New Zealand Eng.:** New Zealand Engineering - 18 Aurora Terrace, Wellington (Nuova Zelanda).

**O. Z. E.:** Oesterreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft - Vienna I, Mölkerbastei, 5.

**Philips Res.:** Philips Research Reports - Eindhoven (Olanda) Philips Research Laboratories. — **Philips S. I.:** Philips Science Industry - Eindhoven, Olanda. — **Poste Tel.:** Poste e Telecomunicazioni - Roma, Viale Trastevere, 189. — **P. T. T. Techn. Mitt.:** Technische Mitteilungen - Berna. Amministrazione delle Poste, Telegrafi e Telefoni Svizzeri. — **Proceeding I.E.E.:** The Proceeding of the Institution of Electrical Engineers - Londra, W 2, Savoy Place Victoria Embankment. — **Produttività:** Produttività - Roma, Via Barberini, 11.

**Radioindustria:** Radioindustria - Milano, Viale Beatrice d'Este, 24. — **Revue B. B.:** Revue Brown Boveri - Baden (Svizzera). — **Revue Philips:** Revue Technique Philips - Eindhoven (Olanda). — **R. G. E.:** Revue Générale de l'Electricité - Paris, VIII, Place de Laborde, 12. **Rev. Electr.:** Revista Electrotecnica - Buenos Ayres, Paseo Colon, 184. — **Rev. Telec.:** Revista de Telecomunicacion - Madrid, Palacio de Comunicaciones. — **Ric. Scient.:** La Ricerca Scientifica - Roma, Consiglio Nazionale delle Ricerche.

**Saldatura:** Rivista Italiana della Saldatura - Genova, Via Sauli, 3-5. — **Savigliano:** Pollettino Tecnico Savigliano - Torino, Corso Mortara, 4. — **Science Tools:** Science Tools - Stoccolma 12, P. O. Box, 12035. — **Schw. Bauz.:** Schweizerische Bauzeitung - Zurigo, Rathausquai, 20. — **Science Industry:** Philips serving Science and Industry - N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken Eindhoven, Olanda. — **Science Ind.:** Science et Industrie - Parigi, Avenue Montaigne, 22. — **Sécheron:** Bulletin Sécheron - Ateliers de Sécheron, Genève. — **Sulzer:** Revue Technique Sulzer - Winterthur, Svizzera. — **S. W.:** Revue S. W. - Parigi VIII, 32, Cours Albert 1<sup>er</sup>.

**Techn. Mitt.:** Technische Mitteilungen - Essen, Vulkan Verlag. **Techn. Mod.:** La Technique Moderne - Parigi 6, Rue Bonaparte, 92. **Técnica:** Técnica - Lisbona. — **Telefunken Z.:** Telefunken Zeitung - Berlin SW 61, Mehringdamm 32-34. — **T.I.B.B.:** Rassegna Tecnica TIBB - Milano (Tecnomasio Italiano), piazzale Lodi, 3. — **Trans. A.I.E.E.:** Transactions of the American Institute of Electrical Engineers - New York 33 West 39th Street.

**UNAPACE:** Rassegna di Informazioni. Unione Nazionale Aziende Produttrici Auto-Consumatrici di Energia Elettrica - Roma, Via di Villa Ruffo, 5.

**Vacuum:** Vacuum - W. Edwards e Co.; Worsley Bridge Road, Lower Sydenham, London S E 26.

**Water Power:** Water Power - London SW 1, Westminster, 33, Tothill Str. — **Westinghouse Eng.:** Westinghouse Engineer - Pittsburgh (Pennsylvania), 336 Fourth Ave. — **W. P. C.:** Rendiconti delle riunioni della Conferenza Mondiale dell'Energia.



## APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, DI REGOLAZIONE, DI PROTEZIONE, ECC.

H. Dornath — **Sul programma di tipi di interruttori e separatori da 6 a 30 kV. Problemi di unificazione.** (Elektrie (già Elektrotechnik), giugno 1959, pag. 198 a 201). **3 b**

Vengono riassunte le proposte, ultimamente fatte nella Germania Orientale, circa l'unificazione dei diversi tipi di interruttori e coltelli separatori per tensioni da 6 a 30 kV. Viene prevista per il futuro la costruzione solo di apparecchi a volume d'olio ridotto e a gas compresso. Il programma approvato dovrà divenire obbligatorio a partire dal 1961. Dei due tipi di interruttori, quello ad olio ridotto verrà costruito solo sino ad un potere di rottura di 500 MVA. Il campo delle potenze superiori viene riservato al tipo a gas compresso. Parallelamente si procederà all'unificazione dei separatori e delle distanze fra i poli. La produzione annuale di coltelli separatori trifasi è prevista in circa 6 000 unità, in seguito ad unificazione, contro le 4 000 unità attuali. Con la unificazione delle distanze fra i poli si prevedono anche riduzioni di costi per quanto riguarda i montaggi. **Tl.**

F. S. Fay - J. A. Thomas - D. Legg - J. S. Morton — **Evoluzione degli interruttori in aria per alta tensione con rompi-arco a piastre d'acciaio isolate.** (Proc. I.E.E. Londra, Parte A, ottobre 1959, pag. 381 a 391 e discussione fino a pag. 396, con 20 fig.). **3 b**

Le prime prove sono state fatte nel 1948 su un tipo di interruttore in aria per 3,3 kV, avente un potere di rottura di 150 MVA in trifase e nel 1954 su un tipo perfezionato per 15 kV e 500 MVA di rottura. L'interruzione dell'arco viene ottenuta con una serie di piastre d'acciaio, isolate superficialmente con uno strato refrattario a base di vetro e mica, disposte trasversalmente all'arco e con una spaccatura opportunamente sagomata al centro per facilitare la penetrazione dell'arco. Questo si forma fra i contatti dell'interruttore, mobili orizzontalmente, e si trasferisce su due corna soprastanti che ne allungano il percorso. Le piastre d'acciaio hanno spessore di 1,5 mm, sono coperte da uno strato isolante di 3 mm e distanziate di 3 mm; l'altezza delle piastre ed il loro numero sono in relazione con la tensione di targa dell'interruttore, onde evitare che l'arco possa riformarsi all'uscita del pacco, verso il caminetto. L'efficace raffreddamento dei prodotti gassosi dell'arco ne facilita la deionizzazione; l'estinzione avviene quando la tensione d'arco scende al disotto del 30 % della cresta di ripresa della tensione, perchè la resistenza d'arco è allora abbastanza alta e tende a crescere presto, così da impedire il permanere della corrente a frequenza di rete, dopo il passaggio per lo zero. L'applicazione dell'isolante vetroso stampato alle piastre d'acciaio è preceduta dalla verniciatura di queste con speciali vernici ad alta rigidità dielettrica. Le piastre d'acciaio, rinforzando il campo magnetico prodotto dalla corrente d'arco, spostano verso l'alto questo con una spinta maggiore che se l'arco si sviluppasse nell'aria. Quando la corrente d'arco è minore di 1 000 A il campo magnetico cresce proporzionalmente al quadrato della corrente, oltre 1 000 A interviene la saturazione del ferro delle piastre e l'intensità del campo cresce solo proporzionalmente alla corrente. Il raffreddamento dei prodotti dell'arco, alla uscita del pacco di piastre rompiarco, è ottenuto con piastre isolanti di 4,5 mm di spessore, distanziate di 3 mm. Speciali ricerche sono state eseguite per definire la forma migliore da dare ai contatti mobili ed alle corna per l'estinzione dell'arco. Il tempo d'apertura dell'interruttore, controllato con rilievi cinematografici in ragione di 1 000 immagini/s e con l'oscillografo, è risultato minore di 3 periodi della frequenza di base della corrente interrotta, indipendentemente dal valore del fattore di potenza e dalla dissimmetria della corrente di arco. **I.L.**

H. Krantz — **La protezione termica di motori per mezzo di relè bimetallici e relativi limiti.** (Elektrie (già Elektrotechnik), giugno 1959, pag. 224 a 228, con 6 fig.). **3 e**

L'A. richiama i compiti dei dispositivi termici di scatto e dei relè, facenti parte di interruttori di protezione di motori, ed espone poi il modo di funzionamento di questi elementi termici di massima corrente, in relazione con i fusibili. Particolare attenzione è rivolta alla questione della protezione del motore nel caso di variazione della temperatura ambiente. Si può ottenere una protezione sicura solo quando si adottino

relè non compensati, il cui calore di scatto concordi con buona approssimazione con la sovratemperatura massima della corrispondente classe di isolanti per motori in base a VDE 0530/7-55. A cagione del loro calore di scatto costante, risulta in questo caso conveniente la combinazione di un relè con riduttori di messa a punto. In esercizio intermittente una protezione efficiente è possibile solo con relativamente grandi costanti di tempo dei bimetalli usati. **Tl.**

F. Dacos — **La contro-reazione.** (A.I.M., giugno-luglio 1959, pag. 417 a 449, con 18 fig.). **3 f**

L'A. osserva che, in linea di principio, la controreazione non apporta nulla di nuovo, ma essa offre spesso, nella ricerca di un certo determinato risultato, maggiori facilità di esecuzione e presenta sicuri vantaggi quando viene usata in congiunzione con componenti imperfetti o dei quali non sia perfettamente noto il comportamento o quando si sia in presenza di un segnale estraneo. L'A. svolge in linea prettamente matematica la teoria della controreazione giovandosi della trasformata di Laplace. Esamina il comportamento di un amplificatore nei riguardi della distorsione lineare, del rumore di fondo e dei segnali parassiti ed elabora poi la teoria analitica di un amplificatore con reazione nel caso generale che il tubo amplificatore abbia una impedenza di carico e una reazione, con segnale sinusoidale; illustra poi la costruzione del diagramma di Nyquist con applicazione anche ad un caso numerico. Considera poi il caso in cui siano intercalati elementi di ritardo. Quando si passa da un circuito aperto a un circuito ad anello chiuso, la sensibilità si modifica e la stabilità di funzionamento può venire compromessa per l'eventuale adescarsi di oscillazioni. L'A. dimostra come sia in generale possibile rendere la sensibilità indipendente dalla stabilità, e studia questi problemi servendosi del metodo approssimato con riferimento a modelli e a diagrammi direzionali. Le proprietà di questi ultimi vengono esposte e illustrate largamente in una Appendice all'articolo. **N.**

## APPLICAZIONI TERMICHE

K. H. Brokmeier - Ph. Woll — **Elettro-riscaldamento.** (E.T.Z. (A), 11 giugno 1959, pag. 373 a 380, con 15 fig.). **5 a**

Nel campo industriale, per quanto riguarda i forni a resistenza, si nota la tendenza a svilupparli sempre più come vere e proprie « macchine di riscaldamento » con la realizzazione di forni a funzionamento automatico, specialmente per il riscaldamento di parti metalliche in diverse atmosfere. Si sono anche costruiti dispositivi atti ad effettuare automaticamente la sorveglianza, la registrazione e la regolazione del desiderato livello di anidride carbonica nell'atmosfera interna, il che viene ottenuto con l'immissione come sostanza portante di propano ricavato da apposito serbatoio o generatore. Nei forni a induzione si è potuta realizzare la costruzione di tipi per il riscaldamento di masselli per fucinatura, da collegare a sbarre alimentate a media frequenza (2 000 Hz), così da raggiungere temperature di oltre 1 200 °C con potenze di circa 180 kW. Nel campo dell'elettro-riscaldamento domestico, si nota un costante perfezionamento degli apparecchi già realizzati, nei riguardi sia del consumo sia delle dimensioni. Col sempre più vasto impiego di materiali sintetici, si sono poi potute ottenere forme nuove e moderne. La macchina per la lavatura della biancheria si va sempre più diffondendo in tipi interamente automatici o semiautomatici. Si sono poi sviluppati anche essiccatoi per la biancheria lavata e centrifugata nonché nuovi apparecchi di riscaldamento di locali, basati sull'aggiunta di un dispositivo di accumulo di calore ad un tipo normale di stufa elettrica a resistenza. **Tl.**

## APPLICAZIONI VARIE

R. Z. — **L'alimentazione dei motori di laminatoi reversibili a caldo con gruppi convertitori rotanti o con mutatori.** (TIBB, aprile-giugno 1958, pag. 42 a 52, con 16 fig.). **6 b**

I laminatoi reversibili a caldo alimentati da gruppi convertitori hanno dato ottima prova con il loro comportamento in servizio. Grazie all'impiego di una apparecchiatura di comando ben studiata e del tutto confacente alla necessità di



esercizio, la loro manovra risulta estremamente semplice. Il dispositivo di regolazione permette inversioni rapide e la piena utilizzazione della potenza dei motori del laminatoio, senza timori di disinserzioni consecutive dovute a sovraccarichi. Inoltre, è pregio importante la possibilità di limitare l'ampiezza delle oscillazioni della potenza attiva richiesta alla rete. Quando si considerino le moderne reti di grande potenza interconnesse, la soppressione delle punte di carico attivo viene ad assumere minore importanza; è anche possibile, in numerosi casi, rinunciare all'impiego del volano. Il mutatore presenta importanti vantaggi rispetto ai convertitori rotanti. Le spese d'installazione diminuiscono sensibilmente e le spese d'acquisto dei mutatori risultano, per impianti di grande potenza, minori di quelle dei gruppi convertitori, ed è anche possibile realizzare sensibili economie nelle normali spese di manutenzione. Uno dei vantaggi più importanti del mutatore è l'alto rendimento. I rendimenti, elevati anche a carico parziale, portano, come conseguenza, una sensibile economia nei costi dell'energia. I buoni risultati ottenuti hanno condotto all'impiego dei mutatori anche per laminatoi reversibili a caldo. Grazie all'impiego di griglie speciali comandate, essi possono benissimo funzionare tanto come raddrizzatori quanto come ondulatori; permettono, pertanto, il recupero di energia dal lato corrente continua e la sua restituzione alla rete d'alimentazione. Il comando delle griglie per mezzo di una tensione sinusoidale presenta lo svantaggio di non determinare con sufficiente precisione l'istante di accensione. Si può evitare tale inconveniente mediante l'impiego di un amplificatore magnetico. Un ulteriore perfezionamento, apportato di recente ai comandi dei laminatoi reversibili a caldo, è consistito nella introduzione dell'inversione del campo. In luogo di modificare il senso della corrente di indotto, per mezzo di un invertitore nel circuito principale, si può cambiare il senso di rotazione di un motore a corrente continua, mediante l'inversione del campo, lasciando inalterata la direzione della corrente di indotto. Normalmente i due cilindri di un blooming sono connessi, attraverso la gabbia a pignoni, ad uno stesso motore. Le velocità dei due cilindri sono allora necessariamente uguali, cosa questa che richiede che i loro diametri siano pure uguali. Nel caso di un equipaggiamento di comando con motori gemelli (Twin-drive), il cilindro superiore e quello inferiore hanno ciascuno un proprio motore. Oltre alla soppressione della gabbia a pignone, si ha il vantaggio di poter regolare la velocità di ognuno dei due cilindri. Il fattore decisivo per la scelta dello schema principale non deve essere soltanto dettato da considerazioni sull'accordo della velocità e sulla ripartizione del carico, ma anche dal desiderio di contenere le correnti di corto circuito nei limiti più bassi possibili. Ri.

**K. Rangs — Applicazioni elettrotecniche nella costruzione di macchine ed apparecchi.** (E.T.Z. (A), 11 giugno 1959, pag. 400 a 404, con 11 fig.). 6 c

Sempre più vaste sono le applicazioni elettrotecniche nel campo degli utensili e delle macchine per saldatura, anche per materie sintetiche. Notevoli sono le realizzazioni anche nelle macchine di trasporto e sollevamento industriali, come gru a ponte e carrelli elettrici. L'applicazione di nastri trasportatori, mossi elettricamente, è stata fatta in larga misura anche a bilance dosatrici per lavorazioni industriali. Da notare alcune novità anche nel campo degli elettrodomestici, specialmente nel settore dei frigoriferi. Tt.

**Th. Pederzani — Macchine calcolatrici elettroniche.** (E.T.Z. (A), 11 giugno 1959, pag. 397 a 400, con 8 fig.). 6 g

Per calcoli rapidi, senza eccessiva precisione, si ricorre a calcolatrici analogiche, in cui le grandezze fisiche, che entrano in linea di conto, vengono introdotte sotto forma di tensioni elettriche e il processo di calcolo dipende poi dal tempo. I risultati vengono dati sullo schermo di un tubo a raggi catodici. Se invece si richiede grande precisione di calcolo oppure se i dati, che entrano in linea di conto, sono in grande quantità, allora si ricorre a calcolatrici digitali, che danno il risultato in numeri; queste operano con impulsi elettrici. Lo sviluppo di queste recenti applicazioni dell'elettrotecnica si svolge in modo vertiginoso, specialmente nel settore delle macchine di tipo digitale. Anche qui è penetrato l'uso dei transistori nonché l'impiego degli schemi stampati. Fra gli elementi accumulatori o registratori, si devono notare tipi a nastro magnetico o a nucleo di ferrite, ove si nota la tendenza a realizzare accumulatori di notizie senza parti in moto. L'A. descrive alcuni tipi di macchine calcolatrici di

tipo digitale, grandi e medie, ed esamina poi alcuni sistemi di contabilità elettronica e le relative macchine. Dà pure un cenno di alcuni tipi di macchine analogiche di recente costruzione. Tt.

## CONDUTTURE

**H. Barthelt - D. Weyl — Resistenza meccanica di parti in porcellana e dipendenza dalle loro dimensioni.** (E.T.Z. (A), 11 luglio 1959, pag. 445 a 449, con 11 fig.). 9 e

Nella comune conformazione di isolatori in porcellana non viene quasi mai sfruttata in pieno la resistenza meccanica del materiale, a cagione della deficienza della parte cementante. Sinora sono stati pubblicati a questo riguardo dati parzialmente discordanti circa la dipendenza della resistenza alla flessione e alla trazione del diametro del corpo dell'isolatore e, specialmente per isolatori di grande diametro, sono stati dati valori eccessivamente bassi. Furono eseguite prove di trazione, flessione e rottura, in dipendenza dal diametro, della lunghezza e del profilo delle cappe di protezione su corpi di isolatori in porcellana dura. Si è notato che i valori di resistenza diminuiscono meno, col crescere del diametro, di quanto non risulti dai dati pubblicati. Inoltre si può concludere che la resistenza a trazione, per sufficiente dimensionamento delle parti sollecitate, è dello stesso ordine della resistenza alla flessione. La dipendenza della resistenza meccanica dalle dimensioni dei corpi in prova e gli scostamenti dell'inizio della rottura dal valore teorico hanno una causa comune, che va ricercata nella ripartizione statistica delle regioni molecolari di diversa coesione. Tt.

**G. Morgenstern — Passanti con molteplici tubi per alte tensioni.** (Elektrie (già Elektrotechnik), giugno 1959, pag. 207 a 211, con 6 fig.). 9 e

I passanti considerati sono elementi costruttivi robusti, non richiedenti particolari riguardi nel loro impiego, di funzionamento sicuro. Con l'uso di moderni materiali di cementazione, un tale tipo di passante riesce in esercizio resistente alla temperatura, all'umidità nonché a tenuta di olio. In tal modo si può fare a meno di recipienti d'espansione per l'olio mentre i passanti stessi risultano sicuri contro incendi ed esplosioni. Sono poi insensibili a colpi per extra-correnti di inserzione e disinserzione del circuito, mentre dimostrano elevata sicurezza per le sovratensioni. Per zone, in cui si hanno depositi di polvere e sporcizia, si può disporre di tipi speciali con maggior numero di schermi nella parte esterna. Questi passanti sono adatti per trasformatori e per passaggi attraverso pareti da locali interni all'esterno per le tensioni unificate di 60, 110, 150 e 220 kV. Tt.

**P. Lafont — Isolatori in resina epoxide. Comportamento sotto insudiciamento e umidificazione.** (Bull. Soc. Franç. Elec., settembre 1959, pag. 541 a 543, con 2 fig.). 9 e

Fra le numerose applicazioni delle nuove resine epoxidiche va rilevata quella per costruzione di isolatori per media tensione. Sebbene tali isolatori riescano più costosi, essi hanno in molti casi sostituito quelli in porcellana perchè riescono meno voluminosi, meno pesanti e meno fragili: a parità di resistenza a flessione si può ridurre circa a metà la sezione di un isolatore costruendolo in resina epoxidica anzichè in porcellana. Altro vantaggio è quello di poter annegare nella massa isolante prigionieri metallici di qualunque forma durante la costruzione. Questi isolatori hanno dato ottimi risultati anche per quanto riguarda il comportamento in ambienti polverosi; la superficie, che può essere resa molto liscia, non favorisce il deposito della polvere e la verniciatura delle forme con siliconi si è dimostrata molto utile. Un gran numero di isolatori in resina caricata epoxem sono installati da qualche anno in località soggette a insudiciamento e a condensazione di umidità e non hanno dato luogo ad alcun incidente. Prove di laboratorio con epoxem 43 fanno sperare di ottenere con questa resina risultati anche migliori nel comportamento rispetto alle condensazioni di umidità atmosferica. N.

**Esequire il versamento della quota Associativa entro i termini Statutari, vuol dire facilitare tutto il funzionamento amministrativo dell'A.E.I.**



## CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

H. Böhm — **Curve di corrente e tensione per invertitori con raggio rotante di mercurio.** (E.T.Z. (A), 1° luglio 1959, pag. 425 a 430, con 9 fig.). 10 d

Gli invertitori con raggio rotante di mercurio si sono sempre più estesi per l'illuminazione di veicoli ferroviari con lampade fluorescenti. L'A. si occupa delle curve di corrente e tensione al contatto di mercurio in tali invertitori e ne deduce poi conseguenze circa la loro sicurezza d'esercizio: a questo riguardo vengono chiarite le relazioni, che sussistono fra le diverse grandezze influenzanti. Viene descritto tutto il dispositivo nel suo modo di funzionamento basato sulla rotazione di un raggio di mercurio. Tl.

F. Pokorný — **Raddrizzatori al silicio di grande potenza.** (A.I.M., giugno-luglio 1959, pag. 379 a 403, con 29 fig.). 10 f

L'A. espone anzitutto le nozioni fondamentali sulla struttura e il funzionamento dei raddrizzatori al silicio ed espone poi un confronto sommario fra raddrizzatori al selenio e al silicio, rilevando a vantaggio di questi ultimi: una tensione di blocco da 15 a 17 volte più elevata, una densità ammissibile di corrente molto più elevata, la possibilità di funzionare a temperatura molto più elevata. Descrive poi la tecnologia e la costruzione dei raddrizzatori al silicio e illustra alcuni esempi di importanti realizzazioni che corrispondono al progressivo perfezionarsi della tecnica costruttiva dal 1955 ad oggi. Una delle applicazioni presentate riguarda un gruppo di 30 elementi al silicio, collegati a doppia stella, per alimentare una linea filoviaria; un altro impianto con due gruppi di 24 elementi, per 670 V e 1 200 A, è destinato a una locomotiva di manovra. L'A. mette in rilievo le grandi possibilità dei raddrizzatori al silicio nel campo della trazione in concorrenza coi raddrizzatori a vapore di mercurio. Anche nel campo degli impianti di elettrolisi si hanno applicazioni importanti: sono citati un impianto per 30 000 A, e un altro per 6 000 A, 450 V ecc; fra le costruzioni più recenti sono citati un impianto per 100 000 A a 300 V, e un altro per 80 000 A a 750 V. Il rendimento è dell'ordine di 98 % o poco meno. I migliori raddrizzatori al silicio finora costruiti hanno tensione di blocco fino di 600 V; quanto alle sovratensioni transitorie possono sopportare fino a 1 200 V per un millisecondo e anche 1 500 V per durate inferiori. La temperatura dell'elemento di silicio può arrivare a 200°C cosicché essi possono funzionare anche in ambienti a temperatura relativamente elevata. Il consumo di energia per la ventilazione è piccolissimo: un impianto per 6 000 A a 450 V richiede soltanto 350 W per il ventilatore. Le dimensioni sono molto ridotte. I raddrizzatori al silicio non possono tollerare sovraccarichi duraturi e devono quindi venire proporzionati largamente e essere opportunamente protetti. Numerosi altri dati e notizie sono esposti dall'A. N.

## COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE

A. Catella — **Progressi apportati dalle resine epoxidiche nell'apparecchiatura per alte tensioni.** (Bull. Soc. Franç. Elec., settembre 1959, pag. 544 a 550, con 12 fig.). 11 d

Si possono considerare due modi di utilizzazione delle resine epoxidiche: come materiali stratificati ottenuti mediante impregnazione da fibre di vetro, con varie modalità, in sostituzione dei fenoplasti, del legno o della carta bachelizzata; come massa di colata in forme, con una carica di materie estranee, come polvere di quarzo o altro. Non vanno dimenticate le ben note proprietà collanti delle resine araldite. L'A. dà qualche notizia particolare sugli impieghi di questi materiali nelle costruzioni elettromeccaniche. Negli scaricatori l'araldite interviene principalmente come materiale di rivestimento: gli elettrodi vengono immobilizzati in una massa di isolante colato; si ottiene una regolazione sicura e invariabile della distanza di scarica. Nei riduttori di corrente l'uso di queste resine permette di realizzare unità a secco avvolgendo direttamente i circuiti magnetici e gli avvolgimenti nella araldite-quarzo; si ottiene una grande riduzione di ingombro, un notevole aumento di tenuta alle sovrintensità e una diminuzione del riscaldamento. Per gli interruttori ad alta e altissima tensione a piccolo volume di olio, queste resine hanno permesso di realizzare camere di

rottura in vetro-araldite da 3 a 4 volte più resistenti di quelle classiche in carta bachelizzata; si sono costruite così camere da 20 kA a tensioni di 72 - 170 - 250 kV. Questi interruttori con camere in araldite presentano parecchi vantaggi che l'A. illustra. Anche per gli interruttori pneumatici le resine epoxidiche hanno dato modo di aumentare le caratteristiche meccaniche delle camere di rottura e di realizzare altri vantaggi. Per gli interruttori a media tensione le resine epoxidiche hanno pure trovato applicazioni interessanti sotto l'aspetto tecnico ed anche economico. N.

G. Soulages — **Evoluzione nella tecnica dei condensatori.** (Bull. Soc. Franç. Elec., agosto 1959, pag. 449 a 460, con 17 fig.). 11 f

Dopo brevi cenni circa la evoluzione della tecnica di impiego dei condensatori in serie o in derivazione sulle linee, l'A. si occupa in particolare delle cause che possono produrre la scarica disruptiva in un condensatore. La prima causa considerata è l'instabilità di origine termica che si verifica quando il calore prodotto dalle perdite dielettriche è maggiore di quello che viene evacuato. Viene introdotto il concetto di coefficiente di stabilità termica che permette di valutare, in qualche modo, il margine di sicurezza che un condensatore resti stabile quando gli sia applicata una tensione superiore a quella nominale. L'A. dimostra come si possa determinare questo coefficiente il quale è utile anche nella ricerca di perfezionamenti costruttivi. La considerazione del coefficiente di stabilità termica permette anche di sorvegliare il processo di invecchiamento di un condensatore. Secondo l'A. l'effetto di instabilità termica sta all'origine della maggior parte degli incidenti che si producono nei condensatori inseriti in derivazione e mantenuti in corretto esercizio. Un altro fenomeno molto importante consiste nella ionizzazione che si produce nelle eventuali inclusioni gassose, per quanto nelle buone costruzioni moderne queste inclusioni siano molto rare; la ionizzazione ha per conseguenza una alterazione degli isolanti adiacenti e una progressiva diminuzione della rigidità dielettrica che porta poi alla perforazione. L'A. discute l'argomento sulla base di misure di ionizzazione eseguite con un metodo speciale. Più raramente la causa delle scariche perforanti può farsi risalire a insufficiente rigidità dielettrica dell'isolamento: l'A. richiama l'importanza di eseguirlo con strati di carta sottile molto numerosi. L'A. si occupa infine della influenza delle sovratensioni sulla durata dei condensatori riportando molto materiale sperimentale e fotografie di dielettrici di condensatori che hanno subito fenomeni di ionizzazione in causa di sovratensioni. N.

J. H. Pitts — **La sicurezza e la durata dei condensatori a carta impregnata.** (Proc. I.E.E., Londra, Parte A, ottobre 1959, pag. 397 a 403 e discussione fino a pag. 408, con 5 fig.). 11 f

È stato rilevato che fra la durata minima e la massima di un dato tipo di condensatore in servizio esiste un rapporto di 1 a 20; è possibile quindi scegliere il tipo adatto per ogni applicazione particolare, in base a prove preliminari. La perfetta chiusura della scatola che contiene il condensatore è la condizione prima per una lunga durata; la chiusura può essere rigida (vetro) oppure elastica (resine sintetiche), deve permettere l'uscita dei terminali senza consentire l'entrata dell'aria. La scatola è di alluminio estruso, a spigoli arrotondati senza saldature per piccole unità. La durata è funzione esponenziale dell'inversa della temperatura assoluta d'impiego, le dispersioni di corrente nello spessore dell'isolante, per effetto di granelli di polvere introdotti casualmente durante la lavorazione dei condensatori, sono la causa prima di perforazione del dielettrico in servizio prolungato; cause secondarie sono le impurità ionizzabili e le bolle di aria. Difficile è sempre prevedere la durata d'un condensatore, anche dopo prove accurate; bisogna infatti tener presente che per ottenere una capacità di 20  $\mu$ F, con uno spessore isolante di 24  $\mu$  di carta impregnata, occorre una superficie delle armature di circa 10 m<sup>2</sup>. Un servizio preliminare prolungato dei condensatori può essere opportuno per rivelare eventuali difetti di comportamento, prima dell'impiego definitivo. Il numero di condensatori da provare, per ogni lotto fabbricato, rappresenta un costo notevole, che grava sul prezzo definitivo di vendita del prodotto. L'A. riporta pertanto alcune raccomandazioni generiche per prolungare la vita dei condensatori, inseriti in circuiti a corrente continua od alternata; a parità di tensione applicata i primi sono sempre più sollecitati dei secondi. Previsioni sicure



sulla durata dei condensatori possono essere fatte dai fabbricanti, in base ai materiali che impiegano ed al processo di fabbricazione seguito; gli scarti di durata possono ridursi da 20 a 1 per i peggiori ad appena da 3 a 1 per i migliori, rilevati su lotti numerosi di condensatori costruiti nelle stesse condizioni.

I.L.

**G. Blum — Materiali per contatti ottenuti per sintesi.** (Elektrie (già Elektrotechnik), giugno 1959, pag. 201 a 206, con 7 fig.). 11 h

Non si è finora trovato un materiale per contatti, che risponda interamente a tutte le esigenze, che da esso si richiedono. Si è perciò tentato di ottenere migliori risultati ricorrendo alla produzione di materiali ottenuti da polveri per sintesi. Leghe di argento e nichel presentano grande resistenza all'ossidazione con pure elevata attitudine di evitare la saldatura, a parità di resistenza, rispetto ai contatti di argento puro. Invece i contatti wolframio-rame e wolframio-argento devono essere impiegati solo per funzionamento sotto olio. L'impiego di contatti in argento-ossido di cadmio si prestano quando la percentuale dell'ossido non superi il 6-8%. Anche per la lega argento-ossido di cromo è previsto un notevole campo di applicazione, poichè essa difficilmente dà luogo a saldatura, mentre ha la facoltà di reprimere archi; invece l'ossidazione, e quindi il consumo dei contatti per bruciatura, è piuttosto elevato. Perciò questi contatti sono adatti solo per medie potenze di rottura. I materiali sulla base argento-carbonio sono assolutamente sicuri circa il pericolo di saldature: ma il loro consumo è relativamente elevato. Essi vengono usati solo per basse potenze. Inoltre la loro resistenza meccanica è scarsa. L'adozione di contatti ottenuti per sintesi rappresenta comunque un notevole progresso tecnico.

Tt.

**M. Choren — Impiego dei motori elettrici nei climi tropicali.** (Bull. Soc. Franç. Elec., settembre 1959, pag. 533 a 537). 11 v

L'A. intende per clima tropicale quello di un qualsiasi ambiente in cui si abbia un elevato grado di umidità e una elevata temperatura, ed espone l'azione dannosa che svolgono, agli effetti dei motori elettrici, i vari elementi di tale clima: umidità relativa, rugiada, temperatura, muffe, vento, polvere, trasporto. Come soluzione l'A. propone l'adozione di motori chiusi e critica poi la opinione corrente che il motore chiuso sia più pericoloso in causa del rischio di accumularsi d'acqua di condensazione all'interno, nei periodi di arresto: riporta alcuni casi nei quali motori aperti hanno dato luogo a scariche perforanti mentre motori chiusi, ad essi sostituiti, si sono comportati normalmente. Nel caso di possibile penetrazione d'acqua all'interno (motori esposti a piogge ecc.) basta praticare un piccolo foro nella parte inferiore per lo scarico. Come protezione contro la ruggine, consiglia di ricorrere a metallo inossidabile o a protezioni superficiale con verniciatura, o zincatura, cadmiatura ecc.; buoni risultati sembra si ottengano con la cromatura. Per quanto riguarda gli avvolgimenti è essenziale fare uso di isolanti non igroscopici, evitando in genere i tessuti, la carta e simili, la gomma; sono consigliabili invece la mica, il polistirene, il vetro, i siliconi, i poliesteri ecc. È necessario curare particolarmente l'impregnazione e la sua penetrazione a fondo, procedendo a più impregnazioni con vari prodotti fra i quali almeno uno fungicida. La inserzione in linea dei motori deve essere effettuata col minimo di parti nude. Una ulteriore sicurezza può essere ottenuta impiegando qualche dispositivo di riscaldamento, che può semplicemente essere realizzato mantenendo costantemente l'avvolgimento sotto tensione, sia pure ridotta. L'A. riporta parecchie notizie sul comportamento di motori installati in zone tropicali.

N.

**P. Plante — Collegamenti elettrici per contatto di conduttori di rame e alluminio.** (Bull. Soc. Franç. Elec., settembre 1959, pag. 504 a 516, con 16 fig.). 11 v

Ricordata la importanza di realizzare buoni contatti fra i conduttori, l'A. rileva che un contatto elettrico è definito da 3 caratteristiche: trattamento delle superfici di contatto, pressione di serraggio, superficie di contatto. Vengono espresse alcune considerazioni circa la definizione della resistenza di contatto ed è messa in evidenza la importanza di adeguati trattamenti delle superfici di contatto per eliminare quanto più possibile gli strati estranei intermedi. Si può procedere per abrasione o con decapaggio chimico o con deposizione di

uno strato di metallo meno sensibile all'ossidazione. Il fattore essenziale delle caratteristiche elettriche di un contatto rimane però sempre la pressione di serraggio che deve essere regolata in funzione del trattamento subito dalle superfici di contatto. Per un dato trattamento e una data superficie di contatto vi è vantaggio ad aumentare la pressione. Tuttavia esiste in ogni caso un valore ottimo della pressione unitaria che dipende sia dagli organi di serraggio adottati, sia più raramente dalle caratteristiche del metallo di base e in proposito l'A. espone larghe considerazioni, accennando anche ai fenomeni di invecchiamento nel tempo. Vengono presentate direttive e notizie di ordine pratico circa gli organi di serraggio: bulloni e rondelle elastiche. Una grande influenza è esercitata anche dalla temperatura del contatto e quindi anche dalla densità di corrente e dalle condizioni di funzionamento e di installazione. Alcuni diagrammi riportati facilitano la calcolazione razionale di contatti. Problemi particolari sono presentati dai collegamenti fra rame e alluminio per il pericolo di fenomeni elettrolitici: l'A. ricorda l'impiego di pezzi bimetallici. Le considerazioni svolte specialmente riguardo ai conduttori a piattina o a sbarre, vengono poi estese al caso di conduttori rotondi o tubolari.

N.

## ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA

**G. Conradi - P. Duffing — Misure di pressione in immediata vicinanza dell'arco.** (E.T.Z. (A), 1° luglio 1959, pag. 421 a 425, con 10 fig.). 14 b

Nella misura di pressioni in interruttori per alta tensione, la schermatura necessaria dei campi magnetici ed elettrici disturbanti rende difficile l'applicazione di uno dei noti processi di misura. Si può peraltro misurare ugualmente in modo diretto la pressione del gas nei pressi dell'arco, indipendentemente dai campi disturbanti, ricorrendo ad una trasmissione ottica del rigonfiamento di una membrana, come esposto dall'A.: tale misura è anche indipendente dalla tensione nel punto di misura. Lo specchio applicato sulla membrana, che indica la pressione, può essere comodamente disposto nei pressi dell'arco, mentre un dispositivo ricevitore può essere posto in una custodia messa a terra, a sufficiente distanza dalle parti sotto tensione. L'A. esamina le caratteristiche ottiche e meccaniche della membrana e il suo comportamento rispetto alla frequenza: vengono anche descritti gli apparecchi emittente e ricevente.

Tt.

**P. André - H. Duquesne — Comando e controllo d'un acceleratore di particelle.** (A.I.M., giugno-luglio 1959, pag. 451 a 462, con 8 fig.). 14 b

Gli AA. riferiscono circa i dispositivi di protezione adottati in occasione della riorganizzazione, recentemente compiuta, del generatore ad alta tensione del Centro di Fisica Nucleare, di Liegi, che era in funzione dal 1952. Il complesso di protezione è stato studiato tenendo conto di molte considerazioni relative alla protezione del personale e degli apparecchi più costosi e col criterio di tenere distinti i circuiti di alimentazione da quelli di comando e di protezione. Per la eventualità che possa venir meno, per malore o altro, l'operatore, un pulsante permette di distaccare tutti gli organi che non possono funzionare senza sorveglianza e provoca l'isolamento completo del tubo. Nelle condutture di acqua di raffreddamento derivate dalla rete pubblica sono inseriti misuratori di portata di tipo speciale a pistone mobile che scopre progressivamente linee di passaggio: altri tipi di misuratori, provati, hanno dato inconvenienti. Sul circuito, chiuso, dell'olio di raffreddamento della sorgente di ioni è inserito un pressostato che interviene sia per difetto che per eccesso di pressione (ostruzione dei canali d'olio); opportuni relè ritardati evitano interventi intempestivi. Per la sorveglianza del grado di vuoto è installato un microrelè alimentato dal circuito di un misuratore di vuoto tipo Penning e un relè su un misuratore di vuoto Pirani. Un certo numero di dispositivi di blocco è previsto contro errori di manovra. Si è osservato che quando si manifestano fenomeni di scariche, effluvi ecc. si producono correnti a alta frequenza nelle guaine dei cavi con qualche caso di danneggiamento ai rivestimenti e alla gomma; i circuiti più esposti sono stati messi a terra attraverso condensatori da 0,1  $\mu F$  e si sono posti condensatori da 0,02  $\mu F$  nei punti in cui si passa da un cavo armato a uno di gomma. Gli AA. forniscono anche qualche notizia e qualche schema sui principali circuiti dei servizi.

N.



W. J. Baer — **Impieghi del concetto di superfici di tensione.** (A.S.E., 4 luglio 1959, pag. 655 a 658, con 5 fig.). **14 h**

Viene definita la nozione dell'integrale tensione/tempo e viene richiamata la sua relazione con l'induzione nel nucleo di trasformatori. Viene dimostrata l'utilità di questo concetto, in base ad esempi, come mezzo di rappresentazione. Le tensioni rettangolari si rivelano quale genere di tensione alternativa a perdite assai deboli, atte a misure ferro-magnetiche. Invero per via di calcolo o graficamente o grazie a misure, è sempre possibile fare ricerche sull'andamento della tensione in base al suo integrale di tempo. Tale grandezza consente di calcolare facilmente, e in modo chiaro, durate di smagnetizzazione e induzioni ed inoltre permette di fare previsioni sulla corrente di magnetizzazione, purchè si possano eseguire misure sicure ed univoche sul materiale del nucleo. Tali misure si possono effettuare ottimamente con tensioni rettangolari per diverse ampiezze. L'impiego di tali tensioni è anche raccomandabile come portanti per molti dei nuovissimi dispositivi elettromagnetici. **Tt.**

## ELETTROTECNICA GENERALE

F. Hillebrand — **Sullo sviluppo della corrente alternata.** (E.T.Z. (A), 1° luglio 1959, pag. 409 a 421 e 11 luglio 1959, pag. 453 a 460, con 32 fig.). **15 v**

L'A. esamina i fondamenti fisici del sistema di trasmissione a corrente alternata ed espone la situazione della trasmissione di energia prima dell'adozione del sistema trifase, quando la distribuzione si effettuava a corrente continua. Vengono poi ricordati coloro che contribuirono all'adozione del sistema trifase, in particolare Charles Schenk Bradley, Friedrich August Haselwander, Oliver B. Shallenberger, M. Borel, Nicola Tesla, Michael von Olivo-Dobrowolsky e Jonas Wenström. L'A. si sofferma specialmente sull'attività svolta dal Tesla e da Olivo-Dobrowolsky nel campo della corrente alternata e parla della permanenza del primo in America e dei suoi lavori circa la trasmissione polifase, mentre poi illustra il contributo dato dal secondo alla realizzazione del motore a induzione. Vengono poi esposti i fondamenti fisici della trasmissione trifase e la situazione attuale nel campo della trasmissione di energia elettrica. Viene poi ricordata diffusamente l'Esposizione Elettrotecnica Internazionale di Francoforte, in occasione della quale fu attuata la prima trasmissione a corrente alternata Laufen-Francoforte. **Tt.**

## GENERATORI E MOTORI SINCRONI

C. Lindström — **Gli alternatori di Stornorrfor.** (Asea, 1959, N. 7-8, pag. 99 a 106, con 6 fig.). **17 a**

L'impianto di Stornorrfor ha aspetti particolarmente grandiosi. La galleria di adduzione è la più ampia del mondo, misurando  $16 \times 26,5$  m di sezione, con lunghezza di 3.950 m, e ha richiesto lo scavo di 2.600.000 m<sup>3</sup> di roccia. La centrale in caverna è lunga 74 m, larga 17 e alta 25 m. Gli alternatori che vi sono installati sono i più grandi del mondo comandati da turbine idrauliche. La centrale si trova a circa 12 km dalla città di Umea e utilizza le acque dei fiumi Ume e Vindel; attualmente contiene 3 gruppi e ne è previsto un quarto. Ogni gruppo assorbe una portata di 200 m<sup>3</sup>/s con un salto di 75 m. Le turbine sono del tipo Francis; gli alternatori, ad asse verticale, da 150 MVA,  $\cos \varphi = 0,9$ , a 18 kV, 50 p/s e 125 giri/min, hanno statore con diametro esterno di 12,10 m e altezza di 3,2 m. I segmenti del rotore furono montati in centrale. Per ragioni di trasporto il rotore, che ha un diametro di oltre 8 m, fu diviso in 4 sezioni pesanti ciascuna 22 t; lo statore fu diviso in 6 parti pesanti ciascuna 44 t. Le parti ruotanti trasmettono, attraverso la raggera a 10 braccia, alle fondazioni uno sforzo complessivo (compresa l'acqua) di 960 t. L'albero della turbina è collegato a quello dell'alternatore con giunto a flange che trasmette un momento torcente di circa 1.170 tm. L'albero dell'alternatore è lungo 5,16 m con diametro minimo di 1.150 mm; superiormente esso si collega rigidamente all'albero della eccitatrice che porta in estremità anche il piccolo generatore tachimetrico. L'A. descrive dettagliatamente le operazioni di montaggio di queste grandi macchine. Si è cominciato col montare lo statore entro la fossa in posto; il rotore è stato montato a parte e poi messo

in posto, completo (pesante 445 t), mediante le grue in centrale; l'operazione è estremamente delicata perchè il gioco, fra il foro centrale del rotore e l'albero già in posto, è di soli 0,1 mm. **N.**

M. Canay — **Ricerca teorica sui sistemi di diseccitazione rapida di generatori sincroni.** (E.T.Z. (A), 1° luglio 1959, pag. 431 a 436, con 9 fig.). **17 c**

Dato il continuo sviluppo delle centrali elettriche, si nota la necessità di studiare teoricamente i necessari processi protettivi dei generatori. L'A. mostra la possibilità di proteggere i generatori contro le conseguenze di corti circuiti interni per mezzo di diseccitazione rapida e indica che tutti i fenomeni di diseccitazione in macchine sincrone possono essere studiati teoricamente in base ad uno schema equivalente. Si ricavano così relazioni semplici in modo da potere confrontare fra di loro i diversi schemi nel funzionamento a vuoto. Allo scopo di ridurre la durata di diseccitazione, si deve fare quanto più possibile rapida la variazione della tensione ai morsetti, il che però vale solo sino all'inversione della corrente d'eccitazione. Da questo istante in avanti deve essere messa in corto circuito la resistenza. L'A. ricorda poi essere opportuno che la resistenza abbia una caratteristica negativa, indipendente dalla corrente. **Tt.**

T. H. Mason - P. D. Aylett - F. H. Birch — **Il comportamento dei turbogeneratori in condizioni eccezionali d'esercizio.** (Proc. I.E.E., Londra, Parte A, ottobre 1959, pag. 357 a 373 e discussione fino a pag. 380, con 20 fig.). **17 c**

In un alternatore da 60 MW, della centrale di Stella North di Newcastle sul Tyne, sono state eseguite serie di prove per determinare: il comportamento d'un regolatore automatico ad azione continua in rapporto alla regolazione manuale dell'eccitazione, i limiti di stabilità dell'alternatore, l'effetto di una variazione brusca della tensione applicata al regolatore e dell'impedenza fra il trasformatore elevatore e le sbarre collettrici a 132 kV. L'articolo fornisce dettagli caratteristici sulle prove d'un turboalternatore funzionante con fattori di potenza molto in anticipo e diversi sistemi di controllo della eccitazione. Casi d'instabilità e di perdita del sincronismo si verificarono durante le prove e vennero segnalati con oscillografi e registratori su carta, oltrechè misurati con strumenti di precisione da quadro; inoltre sono state eseguite prove su una macchina funzionante come generatore asincrono, a varie frequenze di scorrimento. È stato impiegato un metodo di sincronizzazione, che in precedenza era stato discusso ma mai impiegato, col quale l'alternatore rotante veniva collegato alle sbarre e l'eccitazione applicata dopo un certo intervallo di tempo. Per le macchine da 60 MW la massima potenza erogata si è verificata in asincrono per un valore dello scorrimento compreso fra 0,5 e 1,5 %. Il sistema dell'auto-sincronizzazione, come norma, è molto attraente se il controllo è completamente automatico o la distanza dell'interruttore automatico dalla macchina è notevole. Tuttavia, l'isolamento delle teste di matassa potrebbe essere danneggiato, tanto da non consigliare l'estensione del sistema alle macchine di potenza unitaria più elevata. **I.L.**

## IMPIANTI

K. Krummey — **Le costruzioni edilizie per la centrale termica di Pernegg.** (O.Z.E., maggio 1959, pag. 286 a 290, con 6 fig.). **20 c**

Viene descritto il fabbricato della centrale termica considerata; la sala macchine è una costruzione con traliccio esterno in cemento armato, della lunghezza di 75 m, con tetto a terrazzo; ivi è prevista l'installazione di due gruppi turbogeneratori. Particolare menzione è fatta della sala quadri, inserita fra i due gruppi e le due caldaie, costruita con pareti antiacustiche. Per le pompe è stata eseguita una particolare costruzione, profonda 10 m con fabbricato soprastante. Un tipo di costruzione a sè è rappresentato dagli impianti per il trasporto dell'olio e il suo immagazzinamento. Completano gli impianti case d'abitazione per gli addetti alla centrale. **Tt.**

R. Pimet - R. Goly — **I telecomandi di manovra nelle cabine di trasporto e di ripartizione.** (Bull. Soc. Franç. Elec., agosto 1959, pag. 461 a 468). **20 e**

Gli AA. si riferiscono ai telecomandi in uso nelle cabine ad



alta e altissima tensione della rete francese, per distanze medie o grandi per le quali non è economicamente possibile installare appositi conduttori per i comandi. Questi sistemi di comando sono stati studiati con criteri di grande sicurezza sia per l'esecuzione delle manovre sia per le segnalazioni della posizione dei vari organi di manovra. Al posto di comando si trova un quadro sinottico con l'indicazione di tutti gli organi di manovra, i trasformatori ecc.; gli interruttori sono rappresentati da commutatori luminosi che costituiscono insieme l'organo di comando e di segnalazione di posizione. Alla cabina comandata si trovano, per ogni apparecchio comandato, due relè detti « terminali », uno per il comando di apertura e uno per quello di chiusura e, inoltre, due contatti ausiliari per la segnalazione di posizione collegati all'apparecchio. Il collegamento fra la cabina presidiata e quella comandata è fatto con una sola via capace di funzionare successivamente nei due sensi; in ogni posto di estremità si trova un dispositivo che, in base a un codice di segnalazione, smista il comando in arrivo sull'organo voluto; viene utilizzato a tale scopo un complesso di relè telefonici. Le vie di collegamento sono, a seconda dei casi: circuiti telefonici, con trasmissione in corrente continua, generalmente a 48 V; circuiti telefonici con trasmissione a frequenze vocali; collegamenti in alta frequenza sui conduttori ad alta tensione, con segnali codificati mediante spostamento di frequenza. Gli A.A. forniscono notizie sulla costituzione di questi impianti di telecomando e sulle applicazioni in atto. Sulla rete della E.d.F. sono in servizio 16 cabine telecomandate; la più importante è quella di Grand Coeur, nelle Alpi, con 4 linee a 150 kV, 2 trasformatori 150/63 kV e 10 linee a 63 kV, con terre di sbarre sezionabili con comando a distanza. Vengono anche espresse considerazioni sulla convenienza economica dei servizi di telecomando. N.

**G. Falomo — I costi dei trasporti di energia per la scelta della ubicazione delle centrali termoelettriche.** (L'En. Elettr., luglio 1959, pag. 595 a 608, con 16 fig.). 20 f

L'A. considera il problema della convenienza economica del trasporto di energia sotto forma di combustibile oppure di energia elettrica, in base alla quale eseguire la scelta della ubicazione di una centrale termoelettrica con particolare riguardo alla regione della parte orientale della pianura padana. Molte delle considerazioni e delle direttive presentate hanno però interesse generale. A base dello studio sono state poste le seguenti ipotesi: potenza della centrale fra 25 e 250 MW; consegna della energia a un nodo della rete situata entro un raggio di 250 km dalla miniera o dal porto di sbarco; utilizzazione annua della centrale di 8 000 ore per funzionamento di base e di 4 000 ore per funzionamento di integrazione invernale. Vengono presi in considerazione i seguenti combustibili: gas naturale, con gasdotto; combustibile liquido, con oleodotto o con mezzi di trasporto discontinui; carbone, con trasporti discontinui. Sono stati assunti i seguenti valori, relativi a un rendimento di 32 % della centrale: 1 kWh equivalente a 0,38 kg di carbone (da 7 000 cal/kg), a 0,31 m<sup>3</sup> di metano (da 8 500 cal/m<sup>3</sup>), a 0,26 kg di petrolio greggio (da 10 400 cal/kg). Per ogni tipo di combustibile viene svolta una dettagliata analisi in funzione dei vari mezzi di trasporto possibili e della distanza di trasporto, deducendo la spesa in lire/kWh. I risultati, raccolti in diagrammi, sono confrontati coi costi di trasporto dell'energia elettrica secondo le potenze, le distanze e le ore di utilizzazione. Le discussioni svolte conducono alle seguenti conclusioni, avvertendo che nei singoli casi bisogna tenere presenti le condizioni particolari presenti. Conviene costruire la centrale a bocca di miniera o al porto ecc.: con metano se il metanodotto richiederebbe stazione di spinta; con carbone se la centrale ha utilizzazione di 8 000 ore e potenza superiore a 90 MW, o di 4 000 ore ma potenza d'oltre 100 MW e distanze inferiori a circa 100 km. Conviene costruire la centrale nella zona di utilizzazione: con petrolio greggio o altri combustibili liquidi di non maggiore viscosità, con oleodotto sempre; con combustibili liquidi densi, mediante mezzi stradali o ferroviari; con metano se non necessita stazione di spinta; con carbone e mezzi stradali per 8 000 ore, a potenze inferiori a 90 MW e grandi distanze; con carbone e trasporti ferroviari, per 4 000 ore e distanze maggiori a 140 km oppure per basse potenze. N.

**W. Muhlard — Studio delle emissioni di fumi dai camini industriali.** (Chaleur et Industrie, agosto 1959, pag. 231 a 252, con 8 fig.). 20 f

In uno studio molto ampio sull'inquinamento dell'atmosfera in causa del fumo emesso da camini industriali, l'A.

si occupa largamente del caso delle centrali termoelettriche. Cita in proposito dati statistici relativi alle condizioni esistenti in Inghilterra e in Germania per dare una idea della entità del problema. La maggior parte delle centrali a carbone bruciano polverino; i focolari a ceneri fuse e quelli del tipo a ciclone producono polveri molto fini nei fumi, mentre i comuni focolari a polverino con ceneri solide danno luogo a polveri alquanto più grosse. I focolari a ciclone evacuano sotto forma di polveri soltanto dal 20 al 30 % delle ceneri contenute nel carbone, mentre gli altri focolari a polverino evacuano dal 50 all'85 % delle ceneri contenute. Nelle centrali a bocca di miniera si può arrivare a concentrazioni nei fumi di 50 g/m<sup>3</sup> di particelle solide. Nel caso di combustione su griglia la depurazione dei fumi può farsi bene con dispositivi a ciclone; coi tipi a celle multiple si può arrivare ad una efficacia dell'85 al 98 %. Coi focolari a polverino, che danno particelle più piccole, questi dispositivi in generale non bastano più e bisogna ricorrere agli elettrofiltri. I sistemi a lavaggio dei fumi sono molto efficaci ma presentano molti inconvenienti e sono praticamente abbandonati nelle centrali moderne. L'efficacia di un elettrofiltro dipende essenzialmente dalla composizione chimica del fumo e delle polveri; quando le polveri hanno una resistività superiore a circa 10<sup>10</sup> Ωcm si presentano difficoltà di esercizio perchè gli elettrodi si rivestono di polvere. In alcune centrali francesi moderne si sono adottati elettrofiltri a 3 campi seguiti da un depuratore meccanico, oppure a 4 campi, raggiungendo una efficacia del 99 %. Secondo l'A. una soluzione promettente sarebbe quella dei filtri a manica resi possibili dalle basse temperature dei fumi delle centrali moderne e dalla introduzione di fibre sintetiche resistenti al calore; la E.d.F. ha in corso esperienze in materia. Più grave è la questione dell'inquinamento dell'atmosfera con SO<sub>2</sub> prodotto da carboni contenenti zolfo. L'A. a tale riguardo consiglia come unico provvedimento pratico quello di fare camini molto alti. Sono riportate molte notizie su studi e ricerche sperimentali riguardanti la dispersione dei gas emessi, in funzione delle condizioni meteorologiche e delle particolarità costruttive. N.

**L. Musil — L'orientamento per la costruzione della centrale termica a nafta di Pernegg.** (O.Z.E., maggio 1959, pag. 278 a 281, con 4 fig.). 20 f

L'A. richiama gli elementi fondamentali per la realizzazione di una centrale termica e mostra come lo scopo di essa determini anche il suo modo di funzionamento. È stata fatta la previsione di carico in un giorno feriale di maggio e in un altro di dicembre, quale potrebbe verificarsi nel 1960/61 nella rete della Soc. Stiriana di Elettricità, che aveva deciso la costruzione della centrale: si nota che in estate tutto il carico può essere assunto dalle centrali idrauliche con aggiunta di energia esterna, mentre d'inverno la centrale termica in oggetto deve assumersi parte del carico. In media la centrale termica dovrà funzionare per circa 1 700 ore. Si è visto che una centrale da 80 a 100 MW poteva rispondere allo scopo. Furono fatti studi per stabilire il combustibile più adatto e per la scelta della località, determinata anche dalla vicinanza dei centri di consumo. Per quella di Pernegg si aveva poi la vicinanza della linea ferroviaria per ricevere il combustibile, la possibilità di ampio rifornimento di acqua, la vicinanza di una linea a 110 kV, quasi senza carico d'inverno, la sicurezza dell'alimentazione da parte di una vicina centrale idraulica per i bisogni propri della centrale e infine una notevole economia di esercizio per l'abbinamento nel comando con la predetta centrale idraulica. La decisione della costruzione fu presa nel febbraio 1956, limitatamente all'installazione di un primo gruppo da 46 MW. La spesa prevista fu di circa 108 milioni S, di cui circa la metà afferenti la parte macchinario, esclusi trasformatori e apparecchiatura. Tl.

**E. Moser — La progettazione della centrale termica di Pernegg.** (O.Z.E., maggio 1959, pag. 281 a 285, con 5 fig.). 20 f

Poiché la centrale considerata è prevista per un funzionamento invernale con limitate ore di utilizzazione annuali, si è cercato di ottenere una grande sicurezza di esercizio con minime spese di impianto e con limitati costi per il personale. La centrale si trova presso Bruck an der Mur, sulla sponda sinistra della Mur, di fronte allo sbocco dello scarico della centrale idroelettrica di pari nome. Fu previsto l'impiego di nafta, che non dà quasi ceneri, e si è adottata una caldaia verticale per una produzione di 120÷170 t/h di vapore con preriscaldatori Ljungström. La turbina, a due corpi, di alta e bassa pressione, ha una potenza massima di 41,5 MW;



essa ha però il migliore rendimento alla potenza di 33,5 MW. Il gruppo può arrivare a 44 MW, quando si rinunci al preriscaldamento, ed anche a 46 MW per 24 ore, però con un funzionamento a tale potenza di non oltre 500 ore annue. Il gruppo è dotato di accumulatore di vapore Ruth. *Tt.*

**W. Brauner - K. Nowotny — Il sifone con parti finite in cemento armato per la centrale termica di Pernegg.** (O.Z.E., maggio 1959, pag. 291 a 293, con 5 fig.). *20 f*

La centrale termica di Pernegg, situata sulla riva sinistra della Mur in Austria, preleva l'acqua per i suoi servizi in sponda destra, allo sbocco dello scarico della centrale idroelettrica di Pernegg, perchè ivi il fondo del fiume è più basso. Per convogliare tali acque alla centrale termica si dovette pertanto costruire un sifone sotto il letto della Mur, lungo 70 m circa con pozzi profondi 7 m, e ciò in un termine di tempo assai breve. Esso fu eseguito con una tubazione in cemento armato divisa in 4 parti, della lunghezza di 17,12 m ciascuna, di 1,8 m di diametro interno con uno spessore di 20 cm, del peso di 65 t ciascuna. Si dovette perciò fare il montaggio sul posto. Cura speciale fu dedicata all'esecuzione dei due pozzi di entrata e uscita. *Tt.*

**E. Krois — L'alimentazione con nafta della centrale termica di Pernegg.** (O.Z.E., maggio 1959, pag. 294 a 297, con 3 fig.). *20 f*

Per la centrale di Pernegg è previsto il consumo di nafta pesante: essa è destinata a funzionare solo nella stagione invernale, mentre la provvista di nafta si effettua nella stagione estiva. Fu necessario perciò provvedere all'installazione di adeguati serbatoi. Per ora il consumo è previsto in 20 000 t annue, per il solo gruppo installato, ma in seguito tale consumo salirà a 60 000 t. Per ora si sono installati 4 serbatoi da 5 000 t ciascuno: essi sono in lamiera, con un diametro esterno di 20,5 m e un'altezza di 16 m: ognuno di essi poggia su fondazione in calcestruzzo e tutti sono sistemati in un bacino comune, ricavato nel terreno e chiuso da una diga in terra. A temperatura normale, l'olio è così denso che non può essere pompato: perciò, per toglierlo dai serbatoi, deve essere riscaldato; ciò si realizza per mezzo di tre tubi, installati sul fondo, all'esterno, e alimentati con vapore. Un impianto speciale è costituito dai dispositivi per lo scarico dell'olio dai vagoni ferroviari nonchè dalle autobotti, divisi in due gruppi. Anche qui è disposta una tubazione per il riscaldamento dell'olio durante lo scarico. Due impianti di pompe provvedono poi a trasferire l'olio nei serbatoi. *Tt.*

**H. Rasworschegg — La caldaia a torre della centrale termica di Pernegg.** (O.Z.E., maggio 1959, pag. 298 a 303, con 6 fig.). *20 f*

La centrale considerata è prevista per funzionamento invernale solo nelle ore di maggior carico, di guisa che essa deve essere messa in marcia ogni giorno e deve essere sempre pronta ed entrare in servizio in caso di punta. Essa impiega olio pesante di produzione austriaca da 9 500 cal/kg e gas naturale di 8 400 cal/m<sup>3</sup>; di entrambi viene indicata la composizione. La turbina, che viene alimentata dalla caldaia descritta, funziona a 70 kg/cm<sup>2</sup> di pressione con una temperatura del vapore all'ingresso di 510 °C. La caldaia è stata calcolata per una produzione di vapore di 170 t/h, con una temperatura di ingresso dell'acqua di 218 °C: il rendimento è stato garantito al 91 % con una produzione di 160 t. L'A. descrive l'impianto della caldaia, con particolare riguardo alla costruzione in ferro e alla parte edilizia. È fatto cenno anche dei bruciatori a olio pesante. Viene poi riferito sui risultati d'esercizio. Il montaggio del locale caldaia fu cominciato nel luglio 1957 e quello della caldaia propriamente detta solo in dicembre dello stesso anno. L'impianto cominciò a funzionare nel settembre 1958. *Tt.*

**H. Märzendorfer — L'accumulatore di vapore della centrale termica di Pernegg.** (O.Z.E., maggio 1959, pag. 304 a 306, con 2 fig.). *20 f*

Per la centrale termica di Pernegg fu previsto un funzionamento solo diurno nella stagione invernale, con diagramma di carico pressochè costante. Si cercò innanzi tutto di ridurre al minimo le perdite per la messa in marcia giornaliera. Si valutò pertanto il quantitativo di vapore occorrente giornalmente per l'avviamento; all'inizio il vapore non raggiunge la temperatura minima necessaria di 410 °C e viene in parte im-

messo in un accumulatore; esso funziona anche da elemento di scarico in caso di improvvisa mancanza di carico alla turbina; inoltre dall'accumulatore viene prelevato il vapore per il necessario riscaldamento dell'olio combustibile. D'estate il vapore per questo servizio viene generato nello stesso accumulatore, e ciò per mezzo di quattro resistori elettrici da 150 MW ciascuno installati nello stesso accumulatore, che funziona perciò anche da caldaia sussidiaria. *Tt.*

**F. Guli — Utilizzazioni idroelettriche del fiume Arno: gli impianti di « La Penna » e di « Levane ».** (L'En. Elettr., marzo 1959, pag. 209 a 228, con 21 fig.). *20 i*

L'utilizzazione dell'Arno ha avuto praticamente inizio solo in questi ultimi anni con i 2 impianti a serbatoio fra Arezzo e Firenze. Il complesso dei due impianti di La Penna e di Levane consente di disporre di una potenza efficiente di circa 42 000 kW per la quale è prevista una utilizzazione media di 2 080 ore, con una capacità utile di invaso di 13,25 milioni di m<sup>3</sup> dei quali 9,8 milioni a La Penna e 3,45 a Levane. Il primo impianto è destinato a funzionare esclusivamente come impianto di potenza nelle ore di punta, mentre quello di Levane ha il compito di rimodulare al valore naturale la portata del fiume fortemente alterata dall'impianto a monte. Per ritardare l'interrimento dei serbatoi lo sbarramento di La Penna è stato munito di scarichi di fondo per oltre 600 m<sup>3</sup>/sec e quello a valle di larghissime paratoie. Il regime torrentizio del fiume e la vastità del bacino imbrifero hanno consigliato di proporzionare largamente le opere di smaltimento delle piene con riferimento a una ipotetica piena di 2 400 m<sup>3</sup>/s (massimo misurato 1 550 m<sup>3</sup>/s). L'impianto La Penna ha una diga a gravità, a pianta arcuata, alta 35,70 m e lunga 101 m al coronamento, suddivisa in 8 concetti con giunti di contrazione in rame. La galleria di derivazione, lunga circa mezzo chilometro, con diametro interno di 6,50 m è provvista di pozzo piezometrico a strozzatura inferiore alto 16 m. La tubazione forzata, ricavata in roccia e rivestita, è lunga 80,50 m. La centrale è ricavata, per la parte inferiore contenente le macchine, in scavo; contiene un gruppo generatore ad asse verticale, con turbina Kaplan da 25 000 kW, per 100 m<sup>3</sup>/s per salto variabile fra 23,50 e 31 m, accoppiata a un interruttore trifase da 31 000 kVA, 166,7 giri/min, cos  $\varphi$  = 0,8. Nella adiacente cabina all'aperto è installato un trasformatore 10/120 kV, 30 500 kVA. L'impianto di Levane è costituito da uno sbarramento rettilineo, alto 28 e lungo 126 m, con presa, centrale, scarico e sottostazione incorporati nel corpo della diga. Vi sono installati 2 gruppi ad asse verticale rispettivamente con turbine Kaplan, per 70 e 30 m<sup>3</sup>/s, accoppiate ad alternatori di 15 000 e 6 000 kVA, cos  $\varphi$  = 0,8, a 10 kV, e un gruppo analogo da 400 kVA per alimentare una preesistente derivazione. *N.*

**F. Kündig — Le pompe di alimentazione di Hattberg della centrale elettrica di Reisseck-Kreuzeck della Forze Motrici Austriache della Drava S. A.** (Sulzer, 1958, N. 4, pag. 3 a 9, con 5 fig.). *20 i*

La centrale di Reisseck-Kreuzeck, nella Carinzia, a sud-est del Grossglockner, utilizza da un lato le acque del massiccio dello Reisseck e dall'altro quelle del Kreuzeck; i due massicci sono separati dalla valle della Möll dove si trova, a quota 607, la centrale di Kolbnitz. In essa vengono utilizzati 3 salti: impianto ad acqua fluente di Reisseck con salto di 678,50 m, con 2 turbine Pelton e alternatori da 9 e 20 MVA; impianto ad accumulazione di Reisseck, con salto di 1 771 m, con 2 gruppi Pelton-alternatori da 25 MVA, e stazione di pompaggio di Hattberg; impianto a acqua fluente di Kreuzeck, con salto di 587,50 m, con 2 gruppi Pelton-alternatore da 25 MVA. I serbatoi che alimentano l'impianto di Reisseck hanno volume utile di 18 milioni di m<sup>3</sup> ma ricevono un afflusso diretto di soli 12 milioni di m<sup>3</sup> di acqua e vi devono quindi venire pompati 6 milioni di m<sup>3</sup> di acqua. In conseguenza è stata installata, a quota 1 113 (500 m a monte della centrale di Kolbnitz), la stazione di pompaggio di Hattberg con 2 pompe di accumulazione; sarà fra poco installata una terza pompa. Le pompe prendono l'acqua dal bacino di compensazione giornaliera di Gondelweise, di 40 000 m<sup>3</sup>, che alimenta anche gruppi ad acqua fluente di Reisseck, e la spingono in 3 laghi; il principale di essi, a quota 2 319 m s.m., riceve per pompaggio 6 milioni di m<sup>3</sup> all'anno mentre gli altri 2, a circa 2 377 m s.m., ricevono acqua di pompaggio soltanto in anni di siccità. Quando il bacino di Gondelweise è pieno, l'acqua arriva alle pompe con una pressione di 175 m; le pompe, installate a quota 1 113 devono superare una ulteriore prevalenza di 1 038 m, che può arrivare a 1 104 m quando si debba pompare nei laghi superiori; tenuto conto delle perdite, le



pompe sono calcolate per una pressione di 1 230 m. Esse sono ad asse orizzontale, a 8 stadi, a 1 500 giri/min, per portata di 450 l/s e sono comandate da motori sincroni, di costruzione Marelli, da 7 500 kVA, 10 kV, 50 p/s. I motori collegati alle pompe con giunti elastici, vengono avviati come asincroni per mezzo di speciali trasformatori. L'accumulazione di 6 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua nel serbatoio superiore, implica un consumo di 23 milioni di kWh di energia di scarto; se ne può ricavare, sul salto di 1 708 m, nella centrale di Kolbnitz, una eguale quantità di energia pregiata di punta invernale. N.

**D. W. Smart — Per portare l'acqua e l'energia a Kuwait.** (J.I.E.E., Londra, ottobre 1959, pag. 574 a 577, con 4 fig.). 20 i

La città di Kuwait, posta nell'angolo nord-ovest del Golfo Persico dove fu fondata 200 anni fa, ha visto aumentare la sua popolazione a 200 000 abitanti dopo il 1951 insieme allo sviluppo locale dell'industria petrolifera. Pertanto ha dovuto provvedersi d'acqua potabile con un grande impianto di distillazione dell'acqua marina, avente una produzione di 16 000 m<sup>3</sup>/giorno e di energia elettrica mediante una centrale di 70 MW di potenza. Questa rifornisce anche il suburbio mediante linee a 33 kV, parte aeree e parte sotterranee con cavi in olio, in aggiunta alla rete di distribuzione preesistente ad 11 kV, in cavo, che collegava 77 sottostazioni con uno sviluppo complessivo di 120 km. La produzione dell'energia col vapore è stata richiesta dall'installazione del primo impianto di distillazione dell'acqua marina che, per fornire 4 000 m<sup>3</sup>/giorno d'acqua, impegnò una potenza di 1 MW, cioè superiore a quella fornita dai gruppi Diesel allora in servizio. La nuova centrale termica è stata installata al margine della città di Kuwait, utilizzando i mezzi portuali di scarico dei macchinari pesanti, disponibili nel nuovo porto di Mina el Ahmadi, a 32 km da Kuwait, per la raffinazione del petrolio. Grosse difficoltà ha presentato la giunzione dei cavi di distribuzione a 11 kV per la temperatura torrida dell'ambiente; il sudore delle mani degli operai insieme alla sabbia portata dal vento inquinavano la miscela isolante di impregnamento dei cavi, rendendo difettose le giunzioni prima del rivestimento col piombo. Con aria umida i lavori dovettero addirittura essere sospesi. La potenza di 30 MW è stata immessa in rete nel 1955 (giugno), successivamente sono stati iniziati i lavori per l'aumento di 30 MW e nel 1958 sono stati ordinati i macchinari per raggiungere la potenza di 70 MW, prevista dal progetto. Più volte, durante l'esercizio dell'impianto, le batterie a 115 V adatte ai servizi ausiliari della centrale hanno dovuto funzionare ad 1 °C al disotto della temperatura massima garantita dal costruttore, senza subirne conseguenze; tuttavia, si prevede per il futuro di rinfrescare l'aria del locale delle batterie, con un impianto apposito, durante i periodi dell'anno più torridi. I.L.

**R. Costa — La Centrale di Mael in Norvegia.** (TIBB, aprile-giugno 1958, pag. 25 a 28, con 3 fig.). 20 i

La centrale di Mael utilizza le acque di un bacino di raccolta in cui sono accumulate le acque delle centrali site a monte e quelle del fiume Maaz. La portata media utilizzata è di 71 m<sup>3</sup>/s sino ad un massimo di 93 m<sup>3</sup>/s; il bacino è chiuso da due paratoie a settore da 5 × 19 m presso le quali si trovano le opere di presa con un canale di 9 × 8,75 m lungo 6,5 km, terminante nel pozzo piezometrico da cui si diparte la condotta forzata in roccia rivestita in cemento armato del diametro di 6 m, ostruibile all'estremità superiore da una paratoia ad intervento rapido con comando idraulico. La centrale, lunga 41,2 m e larga 14,5 m, sfrutta un salto medio di 47 m; è servita da una gru della portata di 150 t e contiene un gruppo idroelettrico, costruito da una turbina Francis ad asse verticale e da un alternatore da 50 000 kVA, collegato ad un trasformatore elevatore di uguale potenza 10/144 kV; comprende inoltre tutti i servizi necessari per il funzionamento semiautomatico, dato che viene comandata e controllata dalla centrale di Saaheim, e che il solo avviamento del gruppo idroelettrico avviene a mano sul posto. L'alternatore da 50 000 kVA ha le seguenti caratteristiche: potenza nominale 50 000 kVA; fattore di potenza 0,80; tensione nominale 10 kV; frequenza 50 Hz; velocità nominale 150 giri/min; velocità di fuga 300 giri/min; momento dinamico 3 000 tm<sup>2</sup>; sovratemperatura massima dell'avvolgimento statorico 65 °C; reattanza sincrona diretta  $X_d'$  31 %; reattanza subtransitoria diretta  $X_d''$  21 %. Il cuscinetto di spinta, sistemato nel corpo centrale della crociera superiore, può sopportare un carico idraulico di circa 190 t dovuto al peso della girante della tur-

bina e alla spinta idraulica; il supporto è del tipo a segmenti. Il controllo della temperatura del cuscinetto di spinta è eseguito da un termometro indicatore con due contatti di allarme tarabili e da un rivelatore termico a resistenza. I cuscinetti di guida dell'alternatore sono del tipo autolubrificante, in quanto la lubrificazione è provocata dalla rotazione dell'albero: la loro temperatura è controllata da termometri indicatori e da rivelatori termici; la raggera del rotore è formata da varie razze in profilati fissate con bulloni direttamente su di un mozzo in acciaio fuso; le tre corone laminate, costituite da segmenti di lamiera dello spessore di 2 mm sono state montate a caldo in centrale. L'albero dell'alternatore è in acciaio fucinato ed i poli, di tipo massiccio, hanno espansioni polari laminate, nelle quali è annegato un avvolgimento smorzatore; lo statore è in tre parti ciascuna di circa 26,5 t, da poter essere trasportate sino alla centrale per mezzo di carri ferroviari speciali. L'avvolgimento è costituito da due sbarre per cava, isolate con compresse di mica nell'interno della cava e con mica e nastro laccato sulle testate. Dalla carcassa, completamente incassata nel pavimento della sala macchine, sporgono solo la crociera superiore e il gruppo di eccitazione comprendente: l'eccitatrice principale, ampiamente dimensionata ed eccitata separatamente; l'eccitatrice ausiliaria autoeccitata; l'alternatore pilota a magneti permanenti. Ri.

**E. H. Baer - H. Kornbichler — Energia nucleare e costruzione dei reattori.** (E.T.Z. (A), 11 giugno 1959, pag. 393 a 396, con 8 fig.). 20 n

Gli impianti per la produzione di energia nucleare non sono ancora entrati nell'ambito della produzione industriale. Le maggiori case costruttrici germaniche di macchine elettriche, e per l'energia nucleare anche la nuova società costituita a questo scopo, la Interatom, « Internationale Atomreaktorbau GmbH », di Bernsberg presso Colonia, hanno completato progetti di impianti di reattori appoggiati dalla realizzazione di modelli: con tale mezzo è stata rappresentata la prima centrale nucleare in costruzione in Germania per la RWE, situata a Kahl a. M. Si tratta di un reattore ad acqua da 15 MW, in cui il primo vapore prodotto non viene utilizzato direttamente nella turbina, ma solo per la produzione di vapore secondario in un convertitore di vapore. In questo settore hanno particolare importanza gli strumenti di misura, specialmente quelli destinati a stabilire il grado di radioattività degli ambienti e dei dintorni della centrale. In questo campo si ha già una notevole produzione in Germania da parte di molte ditte specializzate nel ramo strumenti di misura. Da notare anche la produzione di strumenti per il pratico impiego di isotopi radioattivi. Ti.

## MACCHINE A COLLETTORE

**I. Földi - H. Bükler — Caratteristiche del motore a corrente continua comandato con tiratron.** (Oerlikon, N. 331, pag. 138 a 146, con 15 fig.). 25 c

Gli AA. partono dallo schema semplificato di un motore a corrente continua a eccitazione separata comandato con tiratron, per stabilire la equazione differenziale della corrente di indotto, nella quale appare l'angolo di accensione del tiratron. Da tale equazione si può procedere a determinare le note relazioni fra la corrente di indotto, la forza elettromotrice del motore e l'angolo di accensione del tiratron. Si arriva però, per esprimere le caratteristiche del motore, a un sistema di equazioni troppo complicate per le pratiche applicazioni. Facendo uso di una calcolatrice analogica questo sistema di equazioni è stato tradotto in forma grafica in alcuni diagrammi di curve. Questi diagrammi nei quali entrano soltanto grandezze adimensionali, possono convenientemente venire utilizzati nella progettazione dei dispositivi di comando che impiegano tiratron. Gli AA. discutono e illustrano questi diagrammi. Essi permettono ad esempio di determinare le variazioni dell'angolo di adescamento del tiratron nel caso di comandi con regolazione di velocità di rotazione a coppia costante, come spesso avviene nella pratica; oppure si può ricavare la caratteristica velocità-coppia per angolo di accensione costante ecc. Alcuni esempi di calcolazioni numeriche per casi particolari chiariscono l'impiego dei diagrammi. N.



## MATERIALI

G. Lafeuille — **I rami a indurimento strutturale: loro impiego nelle costruzioni elettriche e nell'elettrotermia.** (Bull. Soc. Franç. Elec., settembre 1959, pag. 492 a 503, con 12 fig.). 26 e

L'A. espone prima alcune considerazioni e notizie sulla produzione e le caratteristiche del rame ad alto grado di purezza, e sulla produzione di pezzi in rame di varia forma con diversi procedimenti. Si occupa poi in particolare dei tipi di rame suscettibili di indurimento strutturale, cominciando dal rame con piccola percentuale di cromo. Alcuni di questi tipi di leghe di rame non richiedono trattamento termico speciale (rame all'argento, al cadmio, al tellurio). Tipi di rame al glucinio o al cromo richiedono un trattamento termico per assumere le caratteristiche volute. Una terza categoria è costituita dalle leghe ternarie, con cromo e berillio o con cobalto e berillio; esse presentano caratteristiche meccaniche molto alte, con conducibilità elettrica soddisfacente. La lega più particolarmente presa in considerazione dall'A. è quella rame-cromo. Viene descritta la lavorazione di questa lega sia per laminazione o trafilazione, sia per fusione; i pezzi ottenuti per fusione richiedono un successivo trattamento termico. I rami a indurimento strutturale si possono lavorare alle macchine utensili come gli acciai dolci; l'A. fornisce in proposito alcune notizie sulle velocità convenienti di lavorazione e su altre modalità. Per le saldature è preferibile ricorrere ai metodi di saldatura ad arco in atmosfera neutra, perchè gli altri sistemi possono dare inconvenienti. L'A. cita poi le applicazioni già incontrate da questi tipi di rame nelle costruzioni elettromeccaniche: trasformatori, macchine ruotanti, apparecchiature ecc. Questi materiali hanno incontrato anche interessanti applicazioni nei forni elettrici, per acciaio, per carburo ecc, permettendo di risolvere difficili problemi costruttivi. N.

L. Blumental — **Proprietà meccaniche ed elettriche dei materiali stratificati vetro-epoxi.** (Bull. Soc. Franç. Elec., settembre 1959, pag. 525 a 532, con 8 fig.). 26 f

Dopo avere ricordato i progressi e gli sviluppi di questi materiali stratificati l'A. descrive la tecnologia della loro preparazione partendo dalle fibre di vetro, le quali devono essere praticamente esenti da alcali e possono essere di due tipi, lunghe o corte. I tessuti di vetro così ottenuti vengono poi impregnati di resina: si usa frequentemente la araldite 15 in soluzione. I fogli di tessuto impregnato vengono poi sovrapposti in numero conveniente e pressati, in un primo tempo a 35 kg/cm<sup>2</sup> e 90 a 100 °C, e successivamente a 70 kg/cm<sup>2</sup> e 160 °C per alcune ore. La fabbricazione dei cilindri viene effettuata con procedimento analogo avvolgendo i fogli su mandrino di acciaio. Il carico di rottura a trazione di un materiale stratificato di questo tipo varia fra 30 e 50 kg/mm<sup>2</sup>, ed è perciò circa 6 volte più grande di quello dell'araldite sola e 3 volte più piccolo di quello della fibra di vetro; il modulo di elasticità è dell'ordine di 2 000 kg/mm<sup>2</sup>. Il quantitativo percentuale di vetro influisce sulle proprietà meccaniche: sembra che il 70 % circa sia la percentuale ottima. La temperatura limite di utilizzazione è di 115÷120 °C; al di sopra di questa temperatura il materiale diventa un po' termoplastico. Questo materiale può venire lavorato alla macchina utensile con utensili di carburo di tungsteno. La resistività trasversale, a 60 % di umidità relativa, è di 10<sup>13</sup> Ωcm e si conserva tale anche dopo alcuni giorni di immersione in acqua ma, prolungando molto l'immersione, il valore diminuisce. La costante dielettrica va da 4,5 a 5; il valore di tang δ, a 20 °C, sta fra 3 e 5 %. Questi materiali si rivelano particolarmente utili quando si tratta di progettare apparecchiature nuove perchè permettono di realizzare sensibili riduzioni di dimensioni. Un campo speciale di applicazione è quello per tubi isolanti ad alta pressione d'olio, sui quali l'A. si intrattiene, e anche per le camere di estinzione degli interruttori. N.

## MISURE

H. Bönnhoff - K. Sattelberg — **Strumenti di misura e regolazione.** (E.T.Z. (A), 11 giugno 1959, pag. 380 a 384, con 9 fig.). 28 a

Negli strumenti di misura di precisione, del tipo indicatore, si notano un crescente impiego della classe 0,1 e l'uso dell'in-

dice luminoso, in luogo di quello metallico; si è poi cercato di ottenere una sempre maggiore riduzione dell'influsso di campi esterni, una diminuzione del consumo proprio dello strumento e dell'influsso della forma della curva nelle misure di tensioni alternate. Nel campo dell'alta frequenza è da notare la realizzazione di un oscillografo a larga banda con schema stampato e con incorporata una conduttura di ritardo per 0,3 µs di ritardo del segnale: tale tipo consente anche la osservazione di impulsi di chiusura e apertura di circuiti. Con l'impiego sempre più esteso di schemi stampati, si son potuti realizzare anche millivoltmetri, risultanti dalla composizione di singoli elementi unificati. Si tratta di millivoltmetri a larga banda per un campo di grande sensibilità da 0 a 100 µV e per frequenze tra 2 Hz sino a 1 MHz. Tt.

J. A. W. Van der Does de Bye — **Il contatore a scintillazione.** (Revue Technique Philips, Tomo XX, N. 8, pag. 221 a 233, con 9 fig.). 28 c

Contrariamente agli altri rivelatori di radiazioni radioattive, il contatore a scintillazione non è basato su l'accumulazione di cariche elettriche generate da ionizzazione, ma sul fatto che, in talune sostanze, si produce, dopo un'eccitazione, un fenomeno luminoso (scintille) di breve durata. Questo fenomeno luminoso è rivelato dal contatore per mezzo di un tubo fotomoltiplicatore. Quando il materiale che produce scintille è trasparente, la percettibilità del lampo luminoso non diminuisce quando aumentano le dimensioni del scintillatore. Il rivelatore può dunque, essere grande e di materia solida, cioè di una sostanza a grande densità. Perciò il contatore a scintille può ancora aver un rendimento di rivelazione conveniente per quanti γ duri. Nel contatore a scintille Philips, qui descritto, gli impulsi che fornisce il tubo fotomoltiplicatore sono amplificati da un amplificatore di impulsi e sono applicati, per mezzo di un selettore, ad un circuito contatore decimale. Gli impulsi possono avere diverse grandezze (non tutte) tra lo zero ed un valore massimo che corrisponde all'energia totale del quanto gamma. La forma dello spettro d'ampiezza degli impulsi si spiega quando si tiene conto del fatto che l'assorbimento dei quanti γ si può verificare per mezzo di tre effetti differenti e cioè l'effetto fotoelettrico, l'effetto Compton, e la formazione di paia. La eccitazione che è provocata all'atto di questo assorbimento nel scintillatore porta parzialmente ad una emissione luminosa diretta o ritardata (fluorescenza, rispettivamente fosforescenza) e parzialmente a transistori senza radiazioni. Per certe materie scintillatrici (tra le quali il NaI (Tl) frequentemente usato), l'ampiezza degli impulsi è proporzionale alla energia assorbita. Nella gamma delle piccole ampiezze di impulso si annoverano anche gli impulsi di rumore provenienti dal moltiplicatore; la soglia del selettore deve essere tale che la maggior parte di questi impulsi siano soppressi; senza questa precauzione sarebbe impossibile eseguire misurazioni su campioni deboli. Nei contatori moderni, questa soglia corrisponde all'ampiezza massima degli impulsi che provengono dai quanti γ di 5 a 15 keV. Nella apparecchiatura Philips, il contatore è concepito in maniera tale che si possa misurare un tasso d'impulsi tanto con il conteggio del numero di impulsi in un tempo determinato che con la misurazione del tempo che passa durante il conteggio di un numero determinato di impulsi. Al fine di sopprimere, nei limiti del possibile, la radiazione perturbatrice che proviene da sorgenti esterne, si dispone il campione e la sonda a scintille — che comprende lo scintillatore, il fotomoltiplicatore ed un tubo preamplificatore montato a carica catodica — in un « castello di piombo ». Quando ciò non è possibile, ci si serve di un collimatore di piombo. L'uso di un collimatore molto stretto permette di tracciare la figura di un oggetto radioattivo. Ri.

G. Lang — **Ricerca di un criterio di uso pratico per il controllo dell'isolamento a alta tensione.** (Bull. Soc. Franç. Elec., giugno 1959, pag. 317 a 328, con 20 fig.). 28 d

L'A. si propone di stabilire un criterio di controllo della presenza, più o meno importante, di occlusioni o straterelli gassosi in una parete isolante. Come è noto tale presenza è la causa di ionizzazione interna. Il criterio che viene proposto permette di rilevare genericamente la presenza di occlusioni gassose e fornisce quindi un giudizio d'insieme ma non permette ancora di giudicare sullo stato delle inclusioni, se siano concentrate o distribuite ecc.; a tale scopo occorrono ulteriori ricerche. Viene prima svolto uno studio teorico dello schema generale di un isolamento della pratica, studiando in



particolare l'effetto della tensione sulle scariche in una lama d'aria: compresa fra due pareti conduttrici, oppure limitata da una superficie isolante e da una conduttrice, oppure fra pareti non parallele. Si passa poi allo studio della ammettenza e delle sue variazioni in funzione della tensione. Sulla base delle considerazioni teoriche svolte viene proposta, per un giudizio dell'isolamento, la adozione di un criterio  $m$  determinato mediante due misure di capacità eseguite col ponte di Schering e si dimostra come tale criterio permetta di apprezzare, senza gravi errori, l'importanza delle occlusioni gassose. L'A. svolge poi un'ampia discussione a proposito dei metodi, di uso generale, che si basano sulla determinazione dell'angolo di perdita,  $\tan \delta$ , mettendo in evidenza come essi siano meno significativi e meno sicuri del nuovo criterio  $m$  proposto. Il confronto fra i due criteri è anche svolto in via sperimentale e illustrato in diagrammi. L'A. sottolinea la necessità di affinare ulteriormente il metodo proposto specialmente allo scopo di renderlo atto a localizzare la posizione dell'eventuale difetto e definirne la importanza nei riguardi del comportamento in esercizio. N.

**K. Michel - M. H. Hillenkamp — Determinazione della resistenza dei materiali isolanti organici alle scariche striscianti.** (A.S.E., 20 giugno 1959, pag. 603 a 613, con 10 fig.). 28 d

Alla superficie dei materiali isolanti, che presentano resistenza d'isolamento elevata a secco, si formano tra le parti sotto tensione correnti di striscio o di fuga, quando l'isolante è cosparso qua e là di materie conduttrici. Allo stato secco tali correnti sono trascurabili. A lungo andare tali correnti, che si verificano specialmente quando l'isolante è umido o bagnato, producono un deterioramento permanente della superficie dell'isolante. Per il riscaldamento, che così si ha, si verifica un essiccamento della superficie dell'isolante e allora la corrente si interrompe in alcuni punti, dando luogo a scintille o piccoli archi: negli isolanti organici essi ne provocano la distruzione, lasciando depositi carboniosi, che aumentano la conduttività del percorso: tale opera di erosione è maggiore o minore, a seconda della composizione chimica dell'isolante e della costituzione della sua superficie. Questo fenomeno si manifesta specialmente nelle resine fenoliche; invece le materie plastiche, a base di resine melaminiche e di urea, e quasi tutte le materie termoplastiche resistono assai meglio. Gli AA. descrivono i metodi usati per la determinazione della resistenza a tale fenomeno e indicano il modo di esecuzione delle prove. Vengono poi rappresentati in curve i risultati e ne viene fatta un'interpretazione. Si conchiude che il metodo proposto dalla CEI dà buoni risultati. Vengono stabilite tre classi  $a$ ,  $b$  e  $c$ , in cui vengono catalogati i diversi materiali isolanti organici sotto questo riguardo. Alla classe  $a$  appartengono i materiali più resistenti e alla  $c$  quelli meno. La classe  $b$  è intermedia fra le due e comprende isolanti realizzati in base a miscele di resine fenoliche e melaminiche. Tt.

**K. P. Weber — Un nuovo sistema esplorativo foto-elettrico per strumenti indicatori elettrici di misura.** (E. I. Z. (B), 21 giugno 1959, pag. 253 a 257, con 7 fig.). 28 e

Da tempo si sentiva la necessità di uno strumento di misura che, al raggiungimento di un determinato valore di misura, consentisse di dare un segnale di allarme per il personale oppure che desse automaticamente l'avvio ad un dato processo: era questo un primo passo verso l'automazione. La difficoltà consisteva nel fatto che normalmente gli strumenti indicatori hanno una coppia così piccola che sinora non vi si erano potuti applicare contatti, di funzionamento sicuro, atti a stabilire la chiusura di un circuito. Si è perciò addivenuti alla realizzazione di strumenti con maggior forza di contatto. Senza contatto meccanico, lavora il controllo delle caratteristiche oscillatorie di un oscillatore in A.F., mediante una banderuola accoppiata con l'indice: la corrente oscillante controllata aziona un relè ausiliario. Una felice soluzione è offerta dal controllo foto-elettrico di resistenze, la cui variazione viene utilizzata, ad esempio, per l'azionamento di tiratroni. L'A. descrive una nuova realizzazione di tale tipo di controllo, caratterizzata dal fatto che il movimento dell'indice, per tutto il campo della scala, è interamente indipendente dal dispositivo di contatto. Lo schema — e quindi il modo di funzionamento degli ausiliari di inserzione — può essere modificato in diverse maniere. Tt.

## MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE

**A. Leicher — I vari tipi di motori frazionari e i loro impieghi.** (Bull. Soc. Franç. Elec., maggio 1959, pag. 277 a 284, con 10 fig.). 29 a

L'A. comincia col considerare i vari campi di applicazione dei motori di potenza molto piccola: apparecchi elettrodomestici, industria automobilistica, impianti domestici di condizionamento, registrazioni sonore, apparecchi medicali e dentari, proiettori cinematografici, macchine d'ufficio, utensili portatili, comando di interruttori, di fusibili da filare nella industria tessile, servomeccanismi, telemeccanismi ecc. Questi motori sono quindi atti alla produzione in grande serie, data la forte richiesta sempre in aumento. Si usano motori frazionari asincroni a gabbia, derivati dai tipi trifasi o bifasi classici ma con particolarità per la produzione del campo ruotante; in proposito l'A. descrive due diverse soluzioni costruttive. La prima soluzione consiste nel prendere un avvolgimento bifase e inserire in modo permanente in una delle fasi un condensatore detto « permanente » calcolato in modo da ottenere uno sfasamento equivalente e quello esistente fra le due fasi di un sistema bifase; il motore funziona sotto carico, come un normale motore bifase. L'altra soluzione consiste nell'impiego di un avvolgimento, detto principale, che copra due terzi del passo polare cioè  $120^\circ$ ; l'ultimo terzo porta un secondo avvolgimento detto ausiliario, che viene utilizzato soltanto durante l'avviamento: durante tale periodo si realizza uno sfasamento fra le correnti nei due avvolgimenti e il flusso risultante inserendo nell'avvolgimento secondario un condensatore di avviamento o dando a tale circuito una caratteristica nettamente resistente. L'A. studia il comportamento di questi due tipi di motori e fornisce qualche notizia sui particolari costruttivi. Un tipo diverso è quello dei motori asincroni con anelli di sfasamento; il calcolo di questi motori è molto difficile ma la semplicità, la robustezza e il basso prezzo di questi motori fanno sì che essi si diffondano sempre più largamente. Infine l'A. considera i motori serie di tipo universale. Anche di questi due ultimi tipi vengono date alcune notizie sulla costituzione e il funzionamento. In una tabella sono messe a confronto le caratteristiche dei vari tipi di motori considerati e l'A. mette in evidenza la convenienza di adoperare, quando è possibile, i motori serie che, a parità di potenza, riescono di gran lunga i più leggeri. N.

**B. Midgley — Un motore ad induzione con rotore spostabile.** (Proc. I.E.E., Londra, Parte A, ottobre 1959, pag. 337 a 341, con 10 fig.). 29 a

Supposto lo statore di lunghezza maggiore del rotore, l'A. immagina un avvolgimento a passo variabile, disposto ad elica sulla superficie interna dello statore, in modo da realizzare velocità di campo diverse in corrispondenza di posizioni diverse del rotore lungo l'asse. Sulle due facce dello statore il numero delle cave per l'avvolgimento è pure diverso; in un'applicazione pratica le cave sono rispettivamente 36 e 40, con un diametro del rotore di 229 mm ed uno spessore di 63,5 mm occupato da 101 lamiere stampate. Tenuto presente che l'avvolgimento può dare 6 poli, si ha una velocità di sincronismo di 500 giri/min (con  $f = 50$  p/s) in corrispondenza delle 36 cave e di 450 giri/min per le 40 cave, mentre per posizioni intermedie del rotore si hanno velocità intermedie dell'albero, come le prove pratiche hanno dimostrato. Il problema meccanico di spostare assialmente il rotore rispetto allo statore, specialmente se si desidera ottenere una variazione di velocità maggiore del 10 %, realizzata nelle prove, è particolarmente difficile anche come ingombro della macchina in rapporto alla potenza prodotta. La distribuzione del flusso magnetico non uniforme nello statore, favorisce la formazione di campi magnetici rotanti armonici del campo di base, che influiscono sulla velocità effettiva del rotore oltre che sul rendimento del motore. I.L.

## MOTORI PRIMI

**P. Bourguignon — Commenti d'un esercente circa il progetto di codice internazionale di prove su modelli di turbine in scala ridotta.** (A.S.E., 20 giugno 1959, pag. 613 a 617). 30 b

Le prove su modelli ridotti di turbine presentano un reale interesse solo qualora le condizioni di misura sul posto por-



tino a costi eccessivi o a scarsa precisione. L'impiego può essere raccomandato specialmente per turbine a bassa caduta. Viene dall'A. proposta l'esecuzione in doppio delle prove con mezzi o apparecchi diversi, con preferenza a quei metodi di misura di portata facilmente controllabili. Viene poi prevista la possibilità di controlli di similitudine per mezzo di prove effettuate sul posto. L'A., circa il progetto considerato, rileva che esso non insiste a sufficienza sulla necessità di prevedere per il contratto di fornitura un'indicazione della massima precisione di tutte le condizioni di misura. In questo senso si è orientata invece l'Electricité de France. *Tt.*

**R. Dziallas — Stato attuale della pratica di ricerche su modelli di turbine in luogo di prove di portata.** (A.S.E., 20 giugno 1959, pag. 617 a 621, con 3 fig.). *30 b*

Dopo una breve rassegna delle ricerche su modelli di turbine, l'A. descrive l'esecuzione di una tale ricerca in sostituzione di una prova di collaudo. Vengono riassunte ed esaminate alcune fra le condizioni per tali ricerche. Vengono poi fatte proposte per le nuove raccomandazioni internazionali per l'esecuzione di prove su modelli di turbine, in luogo di prove di collaudo. Vengono indicate anche le tolleranze ammesse tra la costruzione definitiva e il modello e viene indicato che, per stabilire un giudizio di tali tolleranze, si deve tener conto insieme delle imprecisioni di lavorazione del modello e del pezzo vero. *Tt.*

**P. U. Weber — Prove di portata su turbine idrauliche.** (A.S.E., 4 luglio 1959, pag. 653 a 655). *30 b*

Vengono confrontate le nuove Norme VDI per le turbine idrauliche con quelle dell'ASE: vengono messi in evidenza i vantaggi presentati da ciascun tipo di Norma. L'A. si augura che la sua esposizione contribuisca ad una chiarificazione e ad opportune correzioni delle Norme VDI, in occasione di una nuova edizione delle stesse, nonché di quelle ASE, e che delle sue osservazioni venga eventualmente tenuto conto anche nella compilazione di raccomandazioni o Norme di carattere internazionale. *Tt.*

**C. Larsson — Tendenze recenti nello sviluppo della turbina Stal.** (Asea, 1959, N. 7-8, pag. 91 a 98, con 10 fig.). *30 d*

Dopo alcune considerazioni circa le difficoltà che si incontrano, nelle turbine a vapore di grandissima potenza, per lo scarico del vapore a bassa pressione in causa del grande volume di esso, l'A. si intrattiene sulla influenza che tale fattore ha avuto nei più recenti sviluppi delle turbine a vapore a flusso radiale. Riassume l'evoluzione tecnica che ha condotto dalla primitiva turbina Ljungström al più moderno tipo Stal. La turbina radiale fu munita di uno stadio finale assiale su ogni lato, realizzando così due scarichi. Un ulteriore sviluppo fu rappresentato dalla turbina Möller che elevò il rendimento installando un adeguato numero di anelli entro un diametro più piccolo e riducendo così le fughe. Nella turbina Durax, ai due lati della turbina radiale, fra i supporti di questa e il rotore dell'alternatore sono montate due turbine assiali che possono dare luogo a 4 scarichi di vapore. Si è potuto così costruire una turbina di questo tipo della potenza di 120 MW, con surriscaldamento, da installare nella centrale di Steungsund: la parte radiale sviluppa 60 MW e le sezioni assiali complessivamente 50 MW. L'A. descrive i principali particolari costruttivi di questa turbina, che è munita di alternatori con raffreddamento a idrogeno. La palettatura è costruita per una temperatura di vapore di 565 °C per la quale si possono ancora usare materiali ferritici. Riferendosi alle nuove centrali nucleari, mette in evidenza come, probabilmente, anche nel prossimo futuro esse funzioneranno probabilmente con grandi quantità di vapore a bassa pressione; per tali condizioni le turbine tipo Stal si presentano particolarmente opportune; viene presentato lo schema costruttivo di una turbina radiale appositamente costruita per tale servizio e per la potenza di 120 MW. Per la regolazione di queste grandi unità è fatto cenno a dispositivi elettroidraulici e ai vantaggi che essi presentano. *N.*

## RADIOTECHNICA

**H. W. Wolff — Radio ed elettroacustica.** (E.T.Z. (A), 11 giugno 1959, pag. 389 a 392, con 7 fig.). *34 a*

Nel campo della radio, in questi ultimi tempi, si sono regi-

strate poche novità. Per ciò che riguarda le valvole elettro-  
niche, si notano i tubi per televisione a 110°, che sono più  
corti dei corrispondenti a 90°, pur dando una riproduzione  
netta e contrastata. In relazione a tali tubi, è stato sviluppato  
anche un nuovo diodo-booster PV-88. Alcune novità poi si  
riscontrano nel settore dei tubi speciali per microonde, per  
oscillografi e per trasmettitori. Per quanto riflette i semi-  
conduttori, si è avuto un aumento della tensione per la quale  
vengono costruiti i diodi al silicio. Per i transistori, si nota  
un costante aumento delle tensioni e delle potenze e un sem-  
pre più largo impiego del silicio. Per i televisori, sono da  
segnalare due novità: l'adozione generale del tubo a 110° e  
l'allestimento degli apparecchi per la banda IV: con la prima  
provvidenza si è ottenuta anche una riduzione delle dimen-  
sioni. Inoltre l'adeguamento degli apparecchi alla futura  
banda IV, nel campo delle onde decimetriche, si è manife-  
stato in diverse forme, quali i tasti per programmi a fre-  
quenze altissime. Nel campo dell'elettro-acustica, si nota una  
sempre più vasta penetrazione della stereofonia; alcuni ap-  
parecchi sono pure dotati di transistori. Per le antenne, nel  
campo della TV si manifesta la tendenza ad adottare tipi a  
larga banda: si sono avuti già campioni per la ricezione della  
banda IV. Negli accessori si nota un sempre maggiore ade-  
guamento alle esigenze degli schemi stampati. Da notare poi  
apparecchi a 7 GHz, realizzati per l'osservazione e il controllo  
del traffico. *Tt.*

**F. A. Rodwell — Tendenze costruttive nei ricevitori do-  
mestici per suoni e diffusione.** (J.I.E.E., Londra, ot-  
tobre 1959, pag. 567 a 573, con 7 fig.). *34 d*

L'esistenza sul mercato dei dischi stereofonici ha orientato  
la costruzione dei radioricevitori e grammofoni verso i si-  
stemi di ricezione a frequenza modulata e con due altopar-  
lanti svincolati. L'A. esamina in particolare la struttura dei  
circuiti adottati nei nuovi apparecchi, sempre molto com-  
plessi e ricchi di varianti nelle varie costruzioni. L'impiego  
dei transistor ha reso possibile l'alimentazione di ricevitori  
portatili da una batteria di accumulatori; con 6 transistor si  
può ottenere una potenza utile di 200 mW, assorbendo da 9  
a 20 mA da una batteria di 9 V. La soluzione è particolar-  
mente adottata nelle autoradio, in quanto non richiede i ge-  
neratori rotanti od a vibrazione, indispensabili invece con le  
valvole termoioniche richiedenti una tensione di placca di  
200 V. I circuiti stampati hanno preso il sopravvento nella  
costruzione dei radioricevitori, seguendo due metodi sostan-  
zialmente diversi ma che però portano agli stessi vantaggi  
di minor ingombro e costo dell'apparecchio. I circuiti sono  
stampati su una lastra rinforzata di resina dello spessore di  
1,5 mm, sotto forma d'una pellicola di rame avente uno spes-  
sore di 0,05 mm; il risparmio nel costo di costruzione, ris-  
petto al montaggio solito con fili saldati, è dal 20 al 25 %.  
I circuiti stampati possono avere un effetto di temperatura  
del 0,4 % per °C dipendente dalla variazione di capacità fra  
strati adiacenti di rame sulla lastra isolante, inoltre è più  
difficile eliminare i rumori di fondo e l'instabilità dell'am-  
plificazione della frequenza intermedia. La sensibilità dei  
radioricevitori del commercio, con antenna interna di ferrite,  
s'aggira sui 2 µV. Dopo 35 anni di perfezionamenti, la tec-  
nica costruttiva dei radioricevitori è ancora in fase evolutiva  
e ciò in virtù dell'introduzione: dei semiconduttori, della  
modulazione di frequenza e della riproduzione stereofonica  
dei suoni, con tutti i problemi applicativi inerenti. *I.L.*

**M. L. Gayford — Microfoni d'alta qualità.** (J.I.E.E.,  
Londra, ottobre 1959, pag. 589 a 593, con 8 fig.). *34 d*

L'impedenza dei microfoni deve sempre adeguarsi a quella  
dei cavi in uso, che generalmente è di 30, 200, 600 oppure  
1 000 ohm; la resa alle varie frequenze, anche in transitorio,  
ed i rumori di fondo non devono essere peggiori che per l'am-  
plificatore a cui il microfono è applicato. La sensibilità del  
microfono può essere: omnidirezionale, bidirezionale od uni-  
direzionale a seconda dello scopo a cui è destinato. I micro-  
foni non devono soffrire troppo gli effetti dell'umidità, della  
sporcizia, delle vibrazioni e del vento, nonché i rumori del  
respiro ed i campi elettrostatici ed elettromagnetici circo-  
stanti, ed essere leggeri e poco vistosi. Sui vari tipi di micro-  
foni in rapporto alla loro direzionalità sono riportati: dettagli  
costruttivi, circuiti equivalenti, grafici della resa in funzione  
della frequenza dell'onda sonora incidente. La direzionalità  
è generalmente in funzione della frequenza; i tipi a gradiente  
di pressione sono ad es. più direzionali alle basse frequenze,  
mentre quelli a guide d'onda tubolari lo sono di più alle alte  
frequenze. I tipi a nastro sono bidirezionali, mentre quelli



onnidirezionali sono sensibili alla pressione sonora, avendo una struttura piuttosto rigida e robusta, esteriormente sferica. Il diaframma del microfono onnidirezionale occupa una zona sferica, opportunamente schermata; esso sostiene rigidamente la spirulina di filo di rame nell'intraferro del magnete permanente che dà il campo necessario a trasformare l'energia sonora incidente sul diaframma in corrente elettrica. Altri tipi di microfoni onnidirezionali utilizzano fenomeni piezoelettrici od elettrostatici. I.L.

## STATISTICA

A. Tacconi — **Energia elettrica ed energia umana.** (L'En. Elettr., aprile 1959, pag. 306 a 311, con 4 fig.). 36

Dopo alcune considerazioni storiche sull'impiego di mano d'opera nell'antichità l'A. ricorda il rapido sviluppo dei consumi di energia elettrica: dal 1928 al 1952 i consumi mondiali di energia elettrica sono aumentati da circa 250 a 1025 miliardi di kWh, con un aumento del 310 % mentre la produzione industriale mondiale è passata da 50 a 148 miliardi di dollari con un incremento di 195 %. Si valuta che la curva dei consumi propriamente industriali dell'energia elettrica segna l'andamento di quella dei consumi globali con valori compresi fra 50 e 60 %. L'A. svolge poi considerazioni circa il diverso andamento della curva dei consumi in Europa e in America e riporta poi dati quantitativi particolari per molte industrie. Nella produzione dei metalli dal 1948 al 1952 in Europa si è avuto un incremento di produzione del 32 % con un aumento di consumo di energia elettrica del 46 % e di mano d'opera del 16 %. Per la trasformazione dei metalli si ebbe un incremento di 28 % nella produzione, di 50 % nella energia elettrica e 11 % nella mano d'opera. L'industria chimica, sempre in Europa e nel quinquennio considerato, ha aumentato la produzione del 52 %, i consumi d'energia dell'86 % e della mano d'opera del 20 %. Per l'industria vetraria, nell'ultimo decennio, la produzione è aumentata del 178 %, il consumo di energia del 250 % e la manodopera del 28 %. Analoghi dati sono riportati per altre industrie. L'A. accenna poi all'iniziato movimento di automazione. Ricorda che nel Nord America ogni uomo dispone annualmente di 4 500 kWh di energia elettrica; quando nel mondo tutti i popoli avessero raggiunto il livello odierno dell'America del Nord, occorrerebbero invece dei 1 500 miliardi di kWh odierni, 12 000 miliardi di kWh. Se la nota regola dell'Ailleret fosse applicata a tutto il mondo globalmente occorrerebbero 30 anni per raggiungere tale meta. N.

F. Hintermayer — **Rapporto del ripartitore del carico in Austria per l'anno 1958.** (O.Z.E., giugno 1959, pag. 353 a 359, con 3 fig.). 36

Le disponibilità idrauliche in Austria nel 1958 sono state abbondanti. La produzione di energia elettrica nel territorio austriaco, escluso il Vorarlberg, raggiunse quasi 10 miliardi di kWh con un aumento del 6 % rispetto all'anno precedente. Nel campo della produzione idroelettrica l'aumento è stato assai notevole, pari al 29 % circa. Il massimo carico si ebbe il 10 dicembre 1958 alle ore 17 con una punta di 1 458 MW, del 7 % superiore alla massima punta dell'anno precedente. Le centrali termiche ebbero a produrre 225 milioni di kWh meno dell'anno precedente con una produzione di 1,8 miliardi di kWh. Il consumo di combustibili solidi — carbon fossile e lignite — si è sensibilmente ridotto, mentre minore è stata la diminuzione dell'olio pesante. Se si tien conto anche della produzione per usi industriali, la cifra totale dell'energia prodotta sale a 11 miliardi di kWh, con un aumento del 10,5 % rispetto all'anno precedente. Per il prossimo anno è prevista la costruzione di quattro nuove centrali ad acque fluenti, di cui una sul Danubio (Aschach), di una centrale a serbatoio, quella di Dorfertal-Huben nel Tirolo Orientale, e di due centrali termiche a vapore, quelle di Korneuburg e di Zeltweg. Anche la rete a 220 kV sarà notevolmente ampliata. Tt.

## TELEFONIA. TELEGRAFIA E TELEVISIONE

W. Graf — **Progressi nella determinazione di guasti in cavi per telecomunicazioni.** (E.T.Z. (B), 21 giugno 1959, pag. 243 a 249, con 18 fig.). 38 c

La necessità di determinare guasti nei cavi di telecomuni-

cazione si è sentita subito dopo la prima posa dei cavi telegrafici transoceanici, or sono circa 100 anni: in questi ultimi anni poi, specialmente in Germania, si sono fatti sensibili progressi in questo campo. Le relative misure si possono eseguire in corrente continua e alternata; nel primo caso si misurano tre delle quattro caratteristiche fondamentali dei cavi, e cioè la resistenza dei conduttori, la rigidità dielettrica dell'isolante e — con qualche eccezione — la capacità. Anche le più frequenti misure di guasti si effettuano con corrente continua. Invece con la corrente alternata si fanno misure specialmente relative alle caratteristiche di trasmissione, cioè allo smorzamento e agli accoppiamenti. L'A. però si occupa solo delle misure in corrente continua e, a questo riguardo, viene delineato lo sviluppo delle misure per stabilire i guasti nei cavi, più spesso effettuate con apposito cofanetto trasportabile. L'A. si sofferma poi sui più recenti e nuovi sviluppi di questa tecnica, che ora si è andata affinando sempre più. Tt.

E. Gossel — **Strumenti per comunicazioni segnalazioni e comandi a distanza a mezzo filo.** (E.T.Z. (A), 11 giugno 1959, pag. 384 a 388, con 13 fig.). 38 v

Sono stati realizzati impianti automatici di telefonia anche per comunicazioni interne. Per gli orologi elettrici, si nota l'estendersi dell'impiego dei semiconduttori; si sono ottenuti orologi indipendenti, atti ad essere installati su autoveicoli o natanti. Per la trasmissione di segnali e comandi a distanza tra un posto di comando e una sottostazione è stato sviluppato un nuovo sistema elettronico, atto a inviare segnali in codice in entrambe le direzioni. La sicurezza di comunicazione è accresciuta dal fatto che ogni segnale viene trasmesso due volte e viene poi eseguita l'operazione solo dopo confronto dell'identità delle due trasmissioni. La velocità di trasmissione è adeguata alla larghezza di banda disponibile. La trasmissione può avvenire su qualsiasi linea di comunicazione a quattro fili a frequenza acustica o ad alta frequenza. Vengono poi descritti diversi nuovi apparecchi e loro parti per servizi di telecomunicazione. Tt.

G. A. Wettstein — **I telefoni e il radio-telefono nella Svizzera.** (A.S.E., 4 luglio 1959, pag. 658 a 662). 38 v

La Svizzera registra 1 milione di abbonati al telefono, 1 500 000 di posti telefonici e 300 000 abbonati al radio-telefono. L'inizio della rete telefonica svizzera risale al 1877, quando furono ordinati a una Casa tedesca i primi apparecchi. Nel 1912 fu ordinata una prima centrale semiautomatica, mentre la prima centrale interamente automatica fu messa in servizio nel 1924. L'automazione è stata completata per tutto il Paese nel 1959 con la rete di Scuols nella Bassa Engadina: l'automazione riguarda tutta la rete nazionale, di guisa che ora qualunque abbonato può direttamente chiamare qualsiasi altro abbonato della rete svizzera. La rete consta di linee aeree e in cavo. È stato realizzato anche un sistema di trasmissione a frequenza portante a 24 canali e successivamente a 48 canali. Nel 1951 furono introdotti anche cavi coassiali a 4 tubi secondo le Norme CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique): i primi impianti erano a 4 MHz, che consentivano 1920 canali; i successivi invece funzionano a 6 MHz con 2 400 canali. Sono poi dal 1958 in esercizio anche i seguenti ponti-radio: Ginevra-Zurigo (24 canali), Ginevra-Berna (240 canali) e Berna-Lugano (24 canali). Entro il 1962 saranno in funzione anche i ponti-radio Zurigo-Lugano e Zurigo-Berna, ciascuno con 600 canali. Il radio-telefono fu introdotto nel 1931 e per questo scopo fu costituita dai fabbricanti una « Unione per il radio-telefono »; nello stesso anno fu anche introdotta la scelta fra alcuni programmi. Le prime trasmissioni per radio-telefono avvenivano a frequenza acustica, il che obbligava gli utenti a sospendere la ricezione radio in caso di utilizzazione della rete telefonica per l'impiego diretto. Nel 1939 fu invece introdotto anche il radio-telefono in alta frequenza, che consente una ricezione ininterrotta. Attualmente i 300 000 abbonati sono ripartiti su oltre 600 centrali. Tt.

## TRASFORMATORI

R. Küchler — **Autotrasformatori per 380 kV.** (E.T.Z. (A), 11 luglio 1959, pag. 465). 39 a

La linea a 380 kV dalla regione alpina a Parigi comprende 4 stazioni di trasformazione, dotate ciascuna di un gruppo di autotrasformatori per 380/225 kV con una potenza di



$3 \times 100$  MVA. Gli avvolgimenti di compensazione sono calcolati per una tensione nominale di 10,5 kV ed una potenza nominale di  $3 \times 30$  MVA e alimentano due bobine trifasi per la corrente di carico, ciascuna di 48 MVA, riferiti a 12 kV. Sono poi installate due unità monofasi in più, come riserva. Gli avvolgimenti in parallelo degli autotrasformatori sono all'estremità verso terra, isolata per una tensione di prova di 105 kV, con due prese, che consentono, rimanendo invariata la tensione di 225 kV, di aumentare a 400 kV o diminuire a 365 kV la tensione di 380 kV. Come tensioni di prova erano stati prescritti i valori di 630 kV ai morsetti della tensione superiore, 395 kV a quelli della media tensione e 28 kV per l'avvolgimento di compensazione. Inoltre, per l'avvolgimento in serie, fu prevista una prova ad impulso per 1/50  $\mu$ s alla tensione di 1450 kV, con morsetti di media tensione a terra, e per quello in parallelo, una tensione di 900 kV per prova ad impulso con messa a terra dei morsetti a tensione superiore, attraverso una resistenza di 400  $\Omega$ . Tutte queste unità sono dotate di refrigerazione ad aria soffiata. *Tt.*

A. Frank - A. Kaltofen — **Trasformatori e riduttori di misura.** (E.T.Z. (A), 11 giugno 1959, pag. 356 a 360, con 12 fig.). *39 a*

Si nota un sempre più esteso impiego nei trasformatori di lamierini laminati a freddo: il massimo risultato si ha con l'adozione del taglio obliquo e con la ricottura. Si deve ricordare anche la tendenza a migliorare sempre più l'isolamento degli avvolgimenti; i dati ottenuti dalle prove ad impulso sono stati in questo settore assai utili. Nel campo delle piccole unità, si sono sviluppate forme costruttive con accresciute protezioni contro l'umidità, mediante impiego di nuove masse impregnanti ed anche parzialmente di resine fuse. I costruttori si sforzano poi sempre più di ridurre il ronzio e ciò sia mediante diminuzione della saturazione sia montando il nucleo su supporti molleggiati sia adottando opportune disposizioni nel cassone. Un altro punto importante è quello della realizzazione di unità trasformatrici con apparecchiatura incorporata, così da ottenere un complesso denominato « stazione baricentrica », protetta quasi sempre contro il pericolo d'incendi in mezzo refrigerante sintetico incombustibile o, per miniere, in esecuzione a secco. Da notare poi la notevole riduzione di peso dei moderni trasformatori, a parità di potenza sviluppata, e ciò mediante migliore e più razionale utilizzazione dei materiali. Nel campo dei riduttori, si nota la costante tendenza ad adottare l'isolamento in resine fuse (epossidi): si ottengono così unità a secco di costruzione assai semplice e di elevata rigidità dielettrica. *Tt.*

W. Krämer — **Trasformatori trifasi con regolazione della corrente di magnetizzazione.** (E.T.Z. (A), 11 luglio 1959, pag. 441 a 445, con 11 fig.). *39 a*

Invece delle bobine di autoinduzione, per la compensazione della potenza di carico di reti ad alta tensione, si possono impiegare trasformatori con corrente di magnetizzazione priva di armoniche superiori e regolabile. L'A. descrive la costruzione e indica gli schemi di tali trasformatori; in special modo viene indicata la formazione del nucleo e viene esposto lo schema sia dell'avvolgimento di compensazione sia di quello a corrente continua. Viene poi trattata la durata di magnetizzazione. Il nucleo è costituito da varie parti; la premagnetizzazione e la compensazione delle armoniche superiori si possono effettuare in bobine separate oppure in un avvolgimento comune. L'A. esamina le caratteristiche dello schema in serie e di quello in parallelo e indica poi i risultati delle prove su modelli. Infine vengono esposti i dati circa la conformazione di un trasformatore da 30 MVA con corrente di magnetizzazione regolabile e viene poi rappresentato il comportamento nel tempo della premagnetizzazione. *Tt.*

J. Baclet — **Sulla protezione dei trasformatori contro l'incendio.** (A.S.E., 4 luglio 1959, pag. 685 a 693, con 7 fig.). *39 a*

Viene riferito su quanto attuato presso l'E.d.F. circa la protezione dei trasformatori contro l'incendio. In Francia la rete ad A.T. (da 65 a 380 kV) conta circa 2000 unità trasformatrici per un totale di 32000 MVA con un valore di circa 55 miliardi di fr. fr. In 12 anni, dal 1946 al 1958, si sono registrati 25 incendi di trasformatori con danni per 250 milioni di fr. fr. L'A. esamina le cause dei verificarsi di tali incendi e considera la spesa economicamente sopportabile per proteggerne. In base a questi concetti, l'E.d.F. ha stabilito le norme per la lotta contro l'incendio in questo settore degli impianti

elettrici. È stato poi sviluppato un nuovo procedimento per l'estinzione, basato sul fatto che, quando inizia lo sviluppo dell'incendio in un trasformatore, il livello dell'olio vi viene subito abbassato di circa 10 cm per rapida evacuazione e poi si soffia dal basso, nell'olio, azoto prelevato da apposita bombola. Allora l'olio, la cui temperatura non supera, anche nel peggiore dei casi, 100 °C, resta vigorosamente neutralizzato e solo un piccolo strato superficiale può raggiungere 180 °C, temperatura necessaria per la combustione dell'olio. Ma la azione dell'azoto fa raffreddare anche lo strato superficiale, per cui il fuoco rapidamente diminuisce e poi si estingue. Il dispositivo è assai semplice, mentre la sua efficacia è elevata, pari se non superiore a quella dell'acqua polverizzata: il sistema è particolarmente adatto per unità funzionanti senza sorveglianza o con sorveglianza ridotta; d'altra parte il suo costo lo rende applicabile nei limiti economici consentiti. *Tt.*

F. Andé — **Schemi di collegamento in cascata parziale per trasformatori.** (O.Z.E., giugno 1959, pag. 360 a 365, con 10 fig.). *39 c*

I collegamenti in cascata parziale per trasformatori, al pari di quelli a cascata intera, sono costituiti da due avvolgimenti posti in serie; ma, a differenza di quelli a cascata intera, sono disposti su di un nucleo comune a tre colonne. Si può, a questo riguardo, distinguere la cascata parziale a stella-triangolo, a zig-zag/triangolo o a zig-zag/zig-zag. Questi schemi possono essere usati vantaggiosamente in gruppi di trasformatori regolatori, quando si presenti la necessità di stabilire la variazione della tensione aggiuntiva, indipendentemente dal gradino a 30°. L'A. illustra lo schema stella-triangolo e mostra la cascata parziale col relativo schema stella-triangolo dopo spostamento delle connessioni interne. Vengono poi analizzati anche gli altri due schemi indicati. Nelle cascate parziali l'angolo di fase del gruppo può essere variato — entro certi limiti — di grado in grado. Il valore della tensione della stella o del triangolo sfasato, sull'altro lato del trasformatore, viene determinato in base al rapporto della unità trasformatrice. Il trasformatore con cascata parziale può perciò regolare, oltre che la tensione, anche lo sfasamento della tensione entro il gradino di 30°. In impianti di raddrizzatori si usano autotrasformatori, che sono preinseriti con schema speciale, rispetto al trasformatore principale, e che, a pari valore della tensione di entrata e di uscita, possono variare lo sfasamento della tensione d'uscita. Questi trasformatori vengono indicati con la denominazione di sfasatori. A questo riguardo l'A. esamina lo schema anulare di autotrasformatori nonché quello radiale; di quest'ultimo viene indicato, come esempio, lo schema radiale a triangolo unitamente al relativo diagramma del potenziale. *Tt.*

W. Reiche — **Prescrizioni costruttive e di prova per trasformatori per alta tensione per scopi speciali.** (E.T.Z. (A), 11 luglio 1959, pag. 449 a 453, con 9 fig.). *39 d*

Nelle Norme VDE vengono date prescrizioni solo per alcune forme di trasformatori per alta tensione per scopi speciali. L'A. espone pertanto alcune idee in proposito, allo scopo di stabilire le più opportune prescrizioni per tali unità trasformatrici. Come tensione di prova, viene proposta, per trasformatori per funzionamento continuativo, il doppio della tensione nominale e per quelli a funzionamento limitato (a partire da durate di alcuni minuti), con piccole sovratemperature, il valore di 1,35 volte la tensione nominale, sempre che questa non sia superiore a 100 kV. In casi eccezionali, come per trasformatori per raggi X, si deve ammettere una riduzione della tensione di prova con contemporaneo aumento della durata della prova stessa. Anche per grandi trasformatori di prova, che restano costantemente sotto controllo, si dovrebbe avere una diminuzione nel rapporto tensione di prova-tensione nominale, sino alle massime tensioni nominali. *Tt.*

## TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE

Skoglund — **Sezionamento automatico in impianti industriali con carico preferenziale.** (Asea, 1959, N. 6, pag. 67 a 76, con 10 fig.). *40 c*

Nelle industrie nelle quali un arresto nella fornitura di energia elettrica dall'esterno può portare gravi danni si provvede, con impianti propri di produzione, a mantenere per il tempo necessario la tensione e la frequenza volute per la



parte più importante del carico. Normalmente i generatori privati funzionano in parallelo con la rete esterna alimentando, di solito, soltanto quella parte del carico che è più importante agli effetti della continuità; se si verifica una perturbazione sulla rete esterna, i generatori privati col carico preferenziale devono venire automaticamente separati. L'A. riporta uno schema di rete di distribuzione per un impianto di questo tipo, con 2 terne di sbarre collegate attraverso un interruttore di sezionamento; a una terna è collegata la linea esterna e all'altra il generatore privato; basta la manovra dell'interruttore per separare i due impianti. Uno schema più semplice, con una sola terna, richiede la manovra di tutti gli interruttori sulle linee in partenza fuorchè su quella del carico preferenziale. Queste manovre di distacco portano come conseguenza fenomeni transitori contro i quali l'impianto deve essere protetto. L'A. discute questi fenomeni rispetto ai quali va distinto il caso di soli motori asincroni e quello della presenza anche di motori sincroni. Viene messo in evidenza che la protezione da applicare deve consistere in una protezione a minimo di tensione e a caduta di frequenza. L'A. illustra come applicare queste protezioni nei due casi suddetti riportando schemi di circuiti e descrive uno speciale tipo di relè particolarmente adatto. N.

L. Carlo — **Tendenze attuali nella costruzione delle reti elettriche di distribuzione.** (A.S.E., 20 giugno 1959, pag. 641 a 649). 40 c

L'A. esamina la posa di cavi nelle reti urbane, con particolare riguardo al coordinamento dei lavori di posa degli stessi, appartenenti ai diversi servizi pubblici, alla disposizione delle canalizzazioni sotto le carreggiate, al valore economico dei cunicoli, alla determinazione della sezione dei cavi, ai sezionatori per le canalizzazioni sotterranee, alla sezione del conduttore neutro, ai cavi con conduttori in alluminio e a quelli con guaina in alluminio. Vengono poi trattate le questioni riguardanti le reti aeree, con riferimento all'impiego di conduttori in alluminio e al valore economico del supporto in legno ben impregnato per le linee e su campate a portate normali o di grande estensione. Tt.

C. Gary - M. Monnet — **Il contatore di sovratensioni.** (Bull. Soc. Franç. Elec., agosto 1959, pag. 430 a 448, con 21 fig.). 40 d

Il compito di un contatore di sovratensioni, come complemento dei metodi classici di misura, è quello di fornire una massa di risultati per quanto riguarda sia l'ampiezza delle sovratensioni sia la loro frequenza. Un tale apparecchio deve essere capace di registrare, in qualunque istante, una sovratensione superiore a un certo valore di soglia prestabilito e deve essere abbastanza economico per poter essere installato in un gran numero di esemplari. Un apparecchio di tal genere comprende: un divisore di tensione capacitivo, inserito fra la linea e la terra; l'elemento a bassa tensione di questo divisore è a sua volta costituito come un divisore capacitivo a 5 stadi e ogni condensatore è shuntato da una resistenza di elevato valore per fissare il potenziale di riposo delle prese intermedie: ogni presa è collegata a un dispositivo contatore comprendente un condensatore da 8  $\mu$ F caricato a circa 40 V (che serve come riserva di energia); un tiratron a catodo freddo che serve come interruttore; la bobina di un contatore telefonico. Gli AA. descrivono il funzionamento di questo particolare tipo di contatore di sovratensioni; esso permette di ottenere una precisione dell'ordine di 5 % ma in condizioni sfavorevoli l'errore può arrivare al 20 %. Attualmente sulla rete francese delle linee a 63 - 90 - 150 - 220 kV sono installati complessivamente 170 apparecchi del genere. Gli AA. riportano poi i risultati di 3 anni di rilievi eseguiti con questi contatori commentandoli ampiamente specialmente nei riguardi delle condizioni che possono influire sulle sovratensioni. Le sovratensioni derivanti da manovre sugli impianti sono risultate, in media, più deboli di quelle dovute a scariche atmosferiche. Le sovratensioni non sono la causa dominante delle messe fuori servizio nelle cabine. Considerando che gli scaricatori, per la loro taratura, sono efficaci contro le sovratensioni d'origine esterna ma non per quelle d'origine interna, queste ultime risultano forse praticamente più pericolose. Le cabine a cui fa capo una sola linea sono risultate nettamente più soggette alle sovratensioni di origine atmosferica di quelle a più linee. Si è riconosciuto che ben raramente le sovratensioni superano il valore di tenuta degli apparecchi e, secondo gli AA. ciò può indurre a pensare a una riduzione del dimensionamento di essi. N.

H. Rachel — **Sulla possibilità di esecuzione di microturbogeneratori per modelli dinamici di reti trifasi.** (Elektrie (già Elektrotechnik), giugno 1959, pag. 219 a 224, con 1 fig.). 40 m

Col sempre maggior estendersi delle reti elettriche, che attualmente sono quasi sempre a maglia, non risulta più sufficiente per il loro calcolo il metodo analitico e da circa 30 anni si sono adottati modelli di rete, con l'ausilio dei quali è possibile esaminare sperimentalmente situazioni di reti, anche complicate, in modo rapido. Un perfezionamento di tali modelli consiste nell'impiego in essi di microgeneratori; per i tipi riguardanti la riproduzione di generatori per turbine idrauliche sono già stati pubblicati studi in questi ultimi 10 anni, mentre per i microturbogeneratori non si ha ancora una letteratura. Dalle equazioni riguardanti le macchine sincrone con rotore a tamburo pieno vengono anzitutto dedotte le condizioni per la riproduzione. Con l'ausilio di uno schema di calcolo, viene poi esaminata sistematicamente la possibilità di esecuzione di tali modelli in diverse scale. Ne risulta che si hanno notevoli difficoltà, specialmente per la sistemazione dell'avvolgimento rotorico nello spazio limitato determinato in base al PD<sup>2</sup>. Anche il raggiungimento delle condizioni di corto circuito a vuoto, straordinariamente ridotte per questi modelli, offre particolari difficoltà, che devono essere affrontate subito all'inizio della costruzione. Macchine poi, con eccezionalmente grande costante di tempo a vuoto dell'avvolgimento di eccitazione, non si possono facilmente realizzare in scala di potenza 1:10 000. In base ai risultati di calcolo effettuati con i particolari criteri esposti, è stato ottenuto un microturbogeneratore con una potenza nominale di 6,3 kVA, quale modello di un turbogeneratore di 63 MVA, a 3 000 giri/min. Verrà in seguito riferito sulla costruzione di un tale modello nonché sui risultati di prova ottenuti. Tt.

TRAZIONE E PROPULSIONE

E. Rösler — **Impianti generatori di corrente di moderni aeroplani a turbine.** (E.T.Z. (B), 21 giugno 1959, pag. 250 a 253, con 6 fig.). 41 m

Con l'impiego sempre crescente degli aeroplani a reazione, anche per usi civili, si pongono ai costruttori nuovi problemi anche nei riguardi dell'equipaggiamento di bordo, in vista pure del fatto che con tali apparecchi i voli si effettuano solitamente ad altitudini superiori, tra 8000 e 12000 m: per questo motivo si incontrano particolari difficoltà nella costruzione dei generatori di bordo. Bisogna tener presente che negli aeroplani a reazione si deve disporre di una maggior potenza elettrica per i servizi ausiliari, intorno a 120 sino a 160 kW. Si dà la preferenza alla corrente alternata, perchè può essere più facilmente modificata nelle sue caratteristiche con l'impiego di trasformatori statici, e inoltre perchè i motorini di comando degli ausiliari risultano più semplici; lo stesso può dirsi dei generatori. Inoltre minimo risulta il peso dell'impianto di distribuzione. Come tensione, si è passati da 115 V a 208 V, 400 Hz. I generatori sono comandati per mezzo di ingranaggi con regolazione dei giri. Vengono ricordate le difficoltà che, nei voli a grandi altezze, si incontrano per il funzionamento delle spazzole di carbone e dei supporti a sfere del generatore: si è perciò addivenuti alla realizzazione di generatori senza spazzole, in cui la tensione di eccitazione viene generata da un raddrizzatore trifase a due vie allogato nell'albero del rotore; la tensione continua viene poi immessa direttamente nel campo principale rotante, mentre la tensione viene regolata mediante variazione dell'intensità del campo d'eccitazione fisso. Il raddrizzatore rotante è costituito da 6 diodi al silicio, ciascuno dei quali è contenuto in un tubo d'alluminio con alette di raffreddamento. Il peso del generatore è di soli 1,3 kg/kVA. Per l'avvenire si prevede anche l'impiego di motori di comando, che consentano una separazione dagli elementi di comando appartenenti alla propulsione dell'aeroplano. Tt.

L. Moiroud — **La generazione di corrente alternata a bordo di aeroplani.** (Bull. Soc. Franç. Elec., agosto 1959, pag. 471 a 488, con 20 fig.). 41 m

L'A. richiama le particolarissime condizioni di esercizio a cui si trovano esposti gli impianti e le apparecchiature elettriche a bordo di aerei e che richiedono speciali precauzioni e direttive nella loro costruzione. Si sofferma in particolare sul problema del raffreddamento del macchinario che può es-



sere realizzato in due modi: con presa d'aria dinamica, per i generatori di potenza, o ad autoventilazione per i convertitori e i motori dei servizi: mette in evidenza come il primo sistema presenti grandi difficoltà alle altissime velocità e come col secondo si debba tener conto delle variazioni di densità dell'aria con l'altitudine sovradimensionando il dispositivo di ventilazione. La apparecchiatura di generazione di potenza a corrente alternata a frequenza costante riesce troppo pesante, delicata e costosa: si ricorre quindi per lo più a comandare direttamente un alternatore dal motore dell'aereo, quindi a frequenza variabile con la velocità, mantenendo soltanto costante la tensione con adatto regolatore; si sta di solito con la frequenza fra 400 e 1 000 p/s. La scelta fra corrente continua, frequenza costante e frequenza variabile dipende da molte considerazioni. La produzione a corrente alternata è applicata su apparecchi americani e inglesi e anche su qualche apparecchio francese: in generale la maggior parte del carico viene alimentata in corrente alternata e per quei servizi che esigono una frequenza costante (circa 15 % della potenza totale) si provvede alla trasformazione con trasfo-raddrizzatori e convertitori classici. L'A. descrive con qualche dettaglio gli impianti di generazione in corrente alternata con regolazione di tensione adottata sui principali tipi di apparecchi che ne fanno uso. Accenna poi alle protezioni necessarie per tali impianti e descrive i tipi di convertitori di bordo, costituiti da un gruppo motore-alternatore con relativa apparecchiatura, di regolazione di tensione e di frequenza, filtri antiparassiti ecc. N.

**C. Alfisi — Descrizione di alcuni moderni impianti filoviari a 600 V.** (TIBB, aprile-giugno 1958, pag. 29 a 42, con 17 fig.). 41 n

Impianto filoviario urbano di Ancona: nel 1948 veniva impostato il progetto base dell'impianto filoviario, in sostituzione del vecchio servizio tranviario; esso fu realizzato nel 1949, con le prime quattro linee, che più tardi furono portate a cinque. Le linee di contatto per una lunghezza di costruzione di 9 km a doppio, rispettivamente 2,5 km bifilare, comporta per due chilometri un esperimento di catenaria a regolazione automatica. Le due nuove sottostazioni sono identiche tra loro, e comprendono ciascuna due gruppi raddrizzatori della potenza di 300 kW a 600 V, con mutatori raffreddati ad aria soffiata. L'impianto filoviario di Como è uno dei primi realizzati in Italia; esso risale al 1939. Oggi la rete filoviaria di Como e dintorni comprende linee che corrispondono ad un totale di 26,1 km (lunghezza di costruzione) di linea di contatto quasi tutta a doppio bifilare. La rete è servita da 33 vetture filoviarie; di queste le ultime tre, fornite nel 1955, sono a tre assi ed hanno motore di 125 kW orari, avviatore a pendolo e frenatura elettrica di servizio a comando indiretto. La rete è alimentata da tre sottostazioni. La sottostazione centrale di Como è stata radicalmente trasformata. Il cilindro da 700 kW raffreddato ad acqua è stato sostituito da un mutatore di tipo più moderno, da 1 000 kW, raffreddato ad aria soffiata. È stato, inoltre, installato, in parallelo con esso, e con funzione di riserva, un altro gruppo raddrizzatore da 650 kW. Impianto filoviario di Parma: questo impianto comprende tre linee della lunghezza di costruzione complessiva di 12,3 km e della lunghezza di esercizio di 13,1 km e 16 vetture a due assi. Queste vetture sono dotate di motori da 90 kW a 600 V ad eccitazione serie-compound regolabile; frenatura elettrica normale di servizio a comando indiretto, e frenatura elettrica di emergenza. La linea di contatto è quasi tutta a doppio bifilare, con conduttori in rame nudo da 80 mm<sup>2</sup>; 5 km di linea sono con sospensione a catenaria senza regolazione automatica. L'impianto filoviario di Brescia comprende oggi cinque linee filoviarie ed è servito da 50 vetture a due assi. Gli impianti di conversione consistono in tre sottostazioni, di cui una comprende tre gruppi da 300 kW, 600 V, ciascuno dei quali con tre raddrizzatori in ampolla di vetro; un'altra, con un gruppo mutatore da 500 kW con cilindro a ventilazione forzata e provvisto di pompe per il vuoto, è di recentissima costruzione ed è equipaggiata con un altro gruppo mutatore da 500 kW uguale al precedente. Il nuovo impianto filoviario di Chieti è lungo 8,3 km con una pendenza continua e costante dell'85 % per più di 4 km; la linea di contatto comprende 2,5 km a catenaria con regolazione automatica; essa è alimentata da due sottostazioni di conversione completamente automatiche. Una delle filovie interurbane a 600 V più importante è quella Torino-Chieri. Essa è stata costruita nel 1951. Altre filovie interurbane a 600 V sono esercitate da aziende urbane: notiamo tra esse la Trieste-Muggia, la Como-Cernobbio-Maslianico e la Como-Cantù. Ri.

**C. Alfisi — Evoluzione tecnica della trazione filoviaria in Italia.** (TIBB, ottobre-dicembre 1958, pag. 95 a 112, con 24 fig.). 41 n

La ripresa e lo sviluppo delle filovie italiane, dopo la pausa bellica di 5-6 anni, sono stati caratterizzati da una evoluzione tecnica; e cioè da: aumento delle prestazioni e della potenza dei motori; semplificazione degli equipaggiamenti elettrici principali; introduzione di automatismi completi, ma semplificati; unificazione e normalizzazione delle parti meccaniche; aumento degli isolamenti; preferenza data alla tensione più alta (1 200 V) per gli impianti interurbani. Prima della guerra, per una normale vettura a due assi della capienza totale di 70÷80 passeggeri, si adottava un motore da 60÷75 kW; oggi si richiedono 90 e talvolta anche 120÷125 kW. Si è avuto anche un aumento della potenza assoluta per l'introduzione di vetture a tre assi rigidi, che richiedono motori da 110÷125 kW ed oltre, vetture a tre, quattro assi articolate, con motori che superano i 150 kW. La maggior tendenza alla semplificazione si è avuta nel campo degli equipaggiamenti elettrici di trazione. I nuovi dispositivi di comando dell'avviamento sono prevalentemente a contattori elettromagnetici, a ridotto numero di posizioni, di cui 7÷8 per l'avviamento reostatico e 2÷3 per l'indebolimento di campo. Una interessante novità introdotta nel dopoguerra è l'uso del gruppo motore-dinamo alimentato dalla linea di contatto, al posto della dinamo comandata a cinghia dal motore di trazione. Per ovvie ragioni di sicurezza non si adottano in generale sottostazioni con un solo gruppo; tuttavia la potenza occorrente per il servizio normale (esclusi i sovraccarichi) viene globalmente assegnata ad uno dei gruppi, restando l'altro come riserva potenziale funzionante. La potenza di ciascun gruppo può essere di 300 o 500 kW; per i servizi soggetti a forti variazioni di carico, si prescrive una capacità di sovraccarico del 50 % per due ore, 100 % per 5 minuti primi. Il parallelo sul lato corrente continua fra differenti sottostazioni, anche se equipaggiate con gruppi di caratteristiche un po' differenti e con tensioni primarie soggette a variazioni diverse, non offre in generale difficoltà, perché la linea di contatto è quasi sempre sufficiente ad assorbire i modesti squilibri di tensione. Di solito la sottostazione centrale è presidiata; mentre è invalsa la tendenza a rendere completamente automatiche le cabine periferiche. L'introduzione dei mutatori senza pompe e, in generale, la semplificazione degli impianti, ha molto facilitato questa soluzione. I raddrizzatori oggi più diffusamente impiegati per l'alimentazione di reti filoviarie, sono mutatori a vapore di mercurio in cassa metallica, raffreddati ad aria soffiata, con o senza pompe per il vuoto, di potenze comprese tra 300 e 1 000 kW. Lo spazio richiesto da una sottostazione per l'alimentazione di una rete filoviaria è oggi molto ridotto rispetto a quello necessario in passato, grazie soprattutto all'impiego del raffreddamento ad aria dei mutatori ed ai criteri di unificazione e semplificazione seguiti per le apparecchiature. Per le apparecchiature si preferisce oggi la disposizione in celle in muratura, anziché in intelaiature metalliche come si faceva una volta. Falliti in Italia ed all'estero, i tentativi di impiegare fili di contatto in alluminio, si è adottato esclusivamente filo di rame elettrolitico scanalato. Il filo è in generale montato all'altezza di 5,50 m da terra e l'interasse tra i due fili dello stesso bifilare è di 0,60 m; nel doppio bifilare i positivi sono entrambi all'interno, i negativi all'esterno. Alcuni esperimenti, fatti nei primi anni del dopoguerra, di applicazione di sistemi di regolazione automatica, sia con sospensione semplice a trasversale, che a catenaria, hanno dimostrato che questi sistemi comportano sempre complicazioni ed oneri supplementari, che non sono giustificati dai vantaggi d'impiego. Ri.

**L'interessamento dei Soci per l'AEI si dimostra colla puntualità nel pagamento della quota alle Sezioni. L'art. 16 dello Statuto stabilisce che la quota deve essere versata entro il 31 Marzo di ogni anno.**